



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment

Taloudellisten kannusteiden käyttö vähähiilisen rakentamisen ohjauksessa

TALO-hankkeen loppuraportti



Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:32

Taloudellisten kannusteiden käyttö vähähiilisen rakentamisen ohjauksessa

TALO-hankkeen loppuraportti

Ympäristöministeriö

ISBN: 978-952-361-039-2

Kannen kuva: Daniel Segerlöv

Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto

Helsinki 2019

Kuvailulehti

Julkaisija	Ympäristöministeriö		4.12.2019
Tekijät	Hanna-Liisa Kangas, Paula Sankelo, Petrus Kautto, Enni Ruokamo, David Lazarevic, Maija Mattinen-Yuryev, Topi Turunen, Ari Nissinen		
Julkaisun nimi	Taloudellisten kannusteiden käyttö vähähiilisen rakentamisen ohjauksessa TALO-hankkeen loppuraportti		
Julkaisusarjan nimi ja numero	Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:32		
Diaari/hankenumero	-	Teema	Rakennettu ympäristö
ISBN PDF	978-952-361-039-2	ISSN PDF	2490-1024
URN-osoite	http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-039-2		
Sivumäärä	83	Kieli	suomi
Asiasanat	vähähiilinen rakentaminen, hiilijalanjälki, taloudelliset kannusteet, rakennusmateriaalit, energiatehokkuus, energia-avustukset		
Tiivistelmä			
<p>Rakennetun ympäristön osuus Suomen energiankulutuksesta ja kasvihuonekaasupäästöistä on tällä hetkellä huomattavan suuri. Yleisen arvion mukaan rakennuksissa käytetään lähes 40 prosenttia kokonaisenergian kulutuksesta, ja rakentaminen, rakennusten lämmitys ja sähkönkäyttö aiheuttavat yli 30 prosenttia kasvihuonekaasupäästöistä Suomessa. Rakennusmateriaalien osuus rakennuksen elinkaaren aikaisesta hiilijalanjäljestä arvioitiin aiemmin vähäiseksi käytön aikaisiin päästöihin verrattuna. Rakennusmateriaalien tuotannosta aiheutuneiden päästöjen vaikutus on kuitenkin sitä merkittävämpi, mitä energiatehokkaampia rakennukset ovat ja mitä enemmän rakennuksissa hyödynnetään ympäristön uusiutuvia energialähteitä. Myös energiantuotannon päästöjen vähentyessä rakennusmateriaalien päästöjen vaikutus korostuu.</p> <p>Ympäristöministeriön tavoitteena on, että rakennuksen elinkaaren aikaisia kasvihuonekaasupäästöjä ohjataan lainsäädännöllä vuoteen 2025 mennessä. Tässä selvityksessä arvioidaan neljän taloudellisen ohjauskeinon vaikutuksia vähähiilisen rakentamisen edistämiseksi. Ohjauskeinoja arvioidaan mahdollisen raja-arvo-ohjauksen rinnalla vähähiilisen uudisrakentamisen edistämiseksi ja itsenäisinä keinoina vähähiilisen korjausrakentamisen edistämiseksi. Rakennustyypeistä tässä selvityksessä arvioidut taloudelliset ohjauskeinot kohdistuisivat asuinkerrostaloihin.</p> <p>Uudisrakentamisen arvioidut ohjauskeinot ovat: (1) valtion avustus, (2) kiinteistöverosta vapauttaminen, ja (3) lisärakennusoikeuden myöntäminen. Tuen saamisen kriteerinä on erittäin vähähiilinen rakentaminen. Erittäin vähähiilisen asuinkerrostalon kriteeri määritettiin tässä tarkastelussa elinkaaren hiilijalanjälkilaskennan perusteella. Korjausrakentamisen arvioitu ohjauskeino on avustus asuinkerrostalojen vähähiilisiin korjauksiin. Avustuksen kriteerinä olisi käytönaikaisen energiankulutuksen päästöjen voimakas lasku.</p> <p>Selvityksen tulosten perusteella valtion tuki erittäin vähähiiliselle uudisrakentamiselle ja asuinkerrosten vähähiilisten korjausten avustukset saisivat aikaan vähähiilisiä asuinkerrostaloja ja korjausrakentamisessa kohtuuhintaisia päästövähennyksiä. Sen sijaan kiinteistöverosta vapauttaminen viideksi vuodeksi ei ole riittävä kannuste rakentaa erittäin vähähiilisiä asuinkerrostaloja. Lisärakennusoikeuden myöntäminen puolestaan on tulosten mukaan riittävä kannuste rakentajalle, mutta sen käyttöönoton laajuus perustuisi kuntien halukkuuteen ottaa ohjauskeino käyttöön.</p>			
Kustantaja	Ympäristöministeriö		
Julkaisun jakaja/myynti	Sähköinen versio: julkaisut.valtioneuvosto.fi Julkaisumyynti: vnjulkaisumyynti.fi		

Presentationsblad

Utgivare	Miljöministeriet	4.12.2019	
Författare	Hanna-Liisa Kangas, Paula Sankelo, Petrus Kautto, Enni Ruokamo, David Lazarevic, Maija Mattinen-Yuryev, Topi Turunen, Ari Nissinen		
Publikationens titel	Användning av ekonomiska incitament i styrningen av koldioxidsnålt byggande Slutrapport från TALO-projektet		
Publikationsseriens namn och nummer	Miljöministeriets publikationer 2019:32		
Diarie-/ projektnummer	-	Tema	Byggd miljö
ISBN PDF	978-952-361-039-2	ISSN PDF	2490-1024
URN-adress	http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-039-2		
Sidantal	83	Språk	finska
Nyckelord	koldioxidsnålt byggande, klimatavtryck, ekonomiska incitament, byggnadsmaterial, energieffektivitet, energiunderstöd		
Referat <p>Den byggda miljön står för närvarande för en anmärkningsvärt stor andel av energiförbrukningen och växthusgasutsläppen i Finland. Enligt allmänna uppskattningar står byggnaderna för nästan 40 procent av den totala energiförbrukningen, och byggandet, uppvärmningen av byggnader och elförbrukningen för över 30 procent av växthusgasutsläppen i Finland. Byggnadsmaterialens andel av klimatavtrycket under byggnadens hela livscykel bedömdes tidigare vara liten jämfört med utsläppen under den tid byggnaden är i användning. Ju energieffektivare byggnaderna är och ju mer förnybara energikällor som används i byggnaderna, desto mer betydande är dock effekten av de utsläpp som uppkommer i samband med produktionen av byggnadsmaterial. När utsläppen från energiproduktionen minskar framhävs också effekten av utsläppen från byggnadsmaterial.</p> <p>Miljöministeriet har som mål att utsläppen av växthusgaser under byggnadens hela livscykel ska styras genom lagstiftning före 2025. I denna utredning bedöms effekterna av fyra ekonomiska styrmedel när det gäller att främja koldioxidsnålt byggande. Utöver eventuell styrning genom gränsvärden bedöms styrmedlen också med tanke på främjandet av nybyggnad med låga koldioxidutsläpp och som fristående metoder avseende främjandet av ombyggnad med låga koldioxidutsläpp. De ekonomiska styrmedel som studerats i denna utredning är inriktade på flervåningsbostadshus.</p> <p>När det gäller nybyggnad har följande styrmedel bedömts: (1) statligt understöd, (2) befrielse från fastighetsskatt och (3) beviljande av utökad bygg rätt. Kriteriet för understöd är att byggnaden ska ha mycket låga koldioxidutsläpp. I denna studie är kriteriet för ett flervåningsbostadshus med mycket låga koldioxidutsläpp fastställt utifrån beräkning av klimatavtrycket under byggnadens hela livscykel. När det gäller ombyggnad är understöd det styrmedel som bedömts i fråga om sådana renoveringar i flervåningsbostadshus som bidrar till lägre koldioxidutsläpp. Kriteriet för understöd är att utsläppen från energiförbrukningen under den tid byggnaden används ska sjunka kraftigt.</p> <p>Resultaten av utredningen visar att statligt stöd för nya byggnader med mycket låga koldioxidutsläpp och stöden för renovering av flervåningsbostadshus som minskar koldioxidutsläppen resulterar i flervåningsbostadshus med låga koldioxidutsläpp och vid ombyggnad utsläppsminskningar till rimligt pris. Däremot är befrielse från fastighetsskatt under fem år inte ett tillräckligt incitament för att bygga flervåningsbostadshus med mycket låga koldioxidutsläpp. Beviljandet av utökad bygg rätt är enligt resultaten ett tillräckligt incitament för byggare, men i vilken omfattning detta införs beror på i vilken utsträckning kommunerna är villiga att ta styrmedlet i bruk.</p>			
Förläggare	Miljöministeriet		
Distribution/ beställningar	Elektronisk version: julkaisut.valtioneuvosto.fi Beställningar: vnjulkaisumyynti.fi		

Description sheet

Published by	Ministry of the Environment		4.12.2019
Authors	Hanna-Liisa Kangas, Paula Sankelo, Petrus Kautto, Enni Ruokamo, David Lazarevic, Maija Mattinen-Yuryev, Topi Turunen, Ari Nissinen		
Title of publication	Use of financial incentives to guide low-carbon construction Final report of the TALO project		
Series and publication number	Publications of the Ministry of Environment 2019:32		
Register number	-	Subject	Built environment
ISBN PDF	978-952-361-039-2	ISSN (PDF)	2490-1024
Website address (URN)	http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-039-2		
Pages	83	Language	Finnish
Keywords	low-carbon construction, carbon footprint, financial incentives, construction materials, energy efficiency, energy subsidies		
Abstract <p>The built environment currently accounts for a very significant share of energy consumption and greenhouse gas emissions in Finland. According to a general estimate, nearly 40 per cent of Finland's total energy consumption occurs in buildings, and construction, heating and electricity use in buildings account for more than 30 per cent of the country's greenhouse gas emissions. The contribution of construction materials to a building's carbon footprint over its life cycle was previously considered to be small compared to the emissions generated during use. However, as buildings become more energy-efficient and as more renewable energy sources are used in buildings, the impact of emissions from the production of construction materials becomes more significant. Moreover, as emissions from energy production decrease, the impact of emissions from construction materials is further emphasised.</p> <p>The Ministry of the Environment aims for the greenhouse gas emissions generated during a building's life cycle to be controlled by legislation by 2025. This report assesses the impact of four financial steering instruments on the promotion of low-carbon construction. The steering instruments are assessed alongside possible limit value steering in the promotion of low-carbon new construction and as independent means of promoting low-carbon renovation. As concerns types of buildings, the financial steering instruments assessed in this report would be targeted at residential apartment buildings.</p> <p>The steering instruments for new construction assessed in this report are: (1) State subsidies, (2) exemption from the real-estate tax, and (3) granting the right to additional construction. The criterion for receiving support is very low-carbon construction. The criterion for a very low-carbon apartment building was defined in this review based on life cycle carbon footprint calculation. The assessed steering instrument for renovations was a subsidy for low-carbon renovations in residential apartment buildings. The subsidy would be granted based on a strong reduction in emissions from in-use energy consumption.</p> <p>Based on the results of the study, state support for very low-carbon new construction and subsidies for low-carbon renovations of residential buildings would result in the construction of low-carbon residential buildings and in reasonable emissions reductions in renovations. By contrast, the five-year exemption from the real estate tax is not a sufficient incentive to build very low-carbon residential buildings. According to the results, granting the right to additional construction would be a sufficient incentive for the builder, but the extent of its adoption would be based on the willingness of municipalities to introduce it as a steering instrument.</p>			
Publisher	Ministry of the Environment		
Distributed by/ publication sales	Online version: julkaisut.valtioneuvosto.fi Publication sales: vnjulkaisumyynti.fi		

Sisältö

Esipuhe	9
1 Johdanto	11
2 Arvioinnin toteutus	13
2.1 Ohjauskeinojen kartoitus ja valintaprosessi	13
2.2 TALO-hankkeen työpajassa käsitellyt ohjauskeinot ja ohjauskeinoyhdistelmät	14
2.2.1 Vähähiilisen rakentamisen rahoitus- ja lainamallit	14
2.2.2 Vähähiilisen korjausrakentamisen avustus	15
2.2.3 Rakennusmateriaalien ilmastovaikutusten ohjaaminen	17
2.2.4 Lisärakennusoikeuden myöntäminen	19
2.2.5 Maksut ja verot	19
2.3 Arviointiin valitut ohjauskeinot	20
2.4 Arvioitavat vaikutukset	21
3 Uudisrakentamisen raja-arvo-ohjaus ja taloudellinen ohjaus: lähtökohtia	22
3.1 Rakennuskannan tila	22
3.2 Ympäristöministeriön laskentamenetelmä rakennuksen hiilijalanjäljelle	31
3.3 Rakennuksen hiilijalanjälki ja määräystason raja-arvon valinta tarkastelujaksolle 50 vuotta	36
3.4 Tavoitekäyttöön vaikutus rakennuksen hiilijalanjälkeen ja määräystason raja-arvon valintaan	39
3.5 Tavoitekäyttöön ottaminen huomioon TALO-hankkeen arviointityössä	45
3.6 Taloudellisen ohjauksen lähtökohtia	47
4 Uudisrakentamisen taloudelliset ohjauskeinot	49
4.1 Erittäin vähähiilisen rakennuksen määritelmä ja kustannukset	49
4.2 Uudisrakentamisen taloudellisten ohjauskeinojen arviointi	54
4.2.1 Valtion myöntämä avustus rakennuttajalle	54
4.2.2 Kiinteistöveroista vapauttaminen viideksi vuodeksi	56
4.2.3 Lisärakennusoikeuden myöntäminen	58

5	Asuinkerrostalojen vähähiilisten korjausten avustukset	61
6	Yhteenveto ja suositukset	68
6.1	Tulosten yhteenveto	68
6.2	Tutkimusryhmän suosituksia	70
7	Kirjallisuus	73
Liite 1	International Review: Economic policy instruments addressing embodied carbon in building construction	75
Liite 2	TALO-hankkeen työpajan ennakkomateriaali	79
Liite 3	TALO-hankkeessa haastatellut asiantuntijat	83

ESIPUHE

Ympäristöministeriön julkaiseman vähähiilisen rakentamisen tiekartan (2017) mukaan rakennusten elinkaaren aikaisia kasvihuonekaasupäästöjä tullaan vuoteen 2025 mennessä rajoittamaan velvoittavin säädöksiin. Antti Rinteen hallitusohjelmassa linjataan, että tiekartan toimeenpanoa tulee vielä tästäkin nopeuttaa.

Velvoittava säädösohjaus tarkoittaa, että uudisrakentamisessa eri rakennustyypeille asetetaan päästökatto, jonka alle rakennuksen hiilijalanjäljen pinta-alaa kohden laskettuna tulee jäädä. Yksi askel tätä kohti on ympäristöministeriön 30.8.2019 julkaisema rakennusten elinkaaren hiilijalanjäljen arviointimenetelmä. Lisäksi tarvitaan luotettava päästötietokanta, jonka eri toteuttamisvaihtoehtoja selvitetään parhaillaan. Myös meneillään olevassa maankäyttö- ja rakennuslain uudistuksessa elinkaarinäkökulma on vahvasti esillä.

Velvoittava säädösohjaus työntää uudisrakentamisen suurta massaa kohti vähähiilisempää rakentamista – VTT:n vaikutusarvion (2018) mukaan se tuottaisi noin puolen miljoonan tonnin päästövähennyksen vuosittain. Sen lisäksi tarvitaan kuitenkin myös kokemuksia ja esimerkkejä *erittäin vähähiilisistä* rakennuksista, joiden hiilijalanjälki on selvästi vaatimustasoa pienempi. Tällaiset kohteet ovat kriittisiä, jotta saadaan tietoa erilaisista ratkaisuista ja niiden vaikutuksista sekä osaamista kehitettyä alalla. Nämä esimerkit ovat tarpeen myös raja-arvo-ohjauksen kehittämisen kannalta, jotta hiilijalanjäljen raja-arvo voidaan asettaa päästöjen vähentämisen kannalta vaikuttavalle, mutta kuitenkin mahdolliselle tasolle.

Taloudellinen ohjaus on yksi keino tukea tätä kehitystä, mutta sen vaihtoehtoista on toistaiseksi ollut vain vähän tietoa. Käsillä olevassa SYKE:n toteuttamassa selvityksessä haluttiin tietää, mikä on se vähähiilisyyteen ohjaavien taloudellisten ohjauskeinojen paletti jota julkinen valta voi hyödyntää säädösohjauksen rinnalla, jotta näitä erittäin vähähiilisiä kohteita rohjettaisiin rakentaa.

Selvitykseen sisällytettiin uudisrakentamisen lisäksi korjausrakentaminen, sillä vanhassa rakennuskannassa on merkittävä päästövähennyspotentiali. Painotus näkyi myös kesäkuussa aloittaneen uuden hallituksen ohjelmassa. Sen kirjausten pohjalta on parhaillaan

valmisteilla kolmivuotinen avustuspaketti asuinrakennuksissa toteutettaviin energiatehokkuustoimiin. Niin uudis- kuin korjausrakentamisenkin ohjauskeinojen tarkastelussa olennaista on, mitkä keinoista olisivat sekä päästövähennyksiltään vaikuttavia että mahdollisimman kustannustehokkaita.

Kiitokset Suomen ympäristökeskuksen tutkijoille, ohjausryhmän jäsenille ja muille työhön osallistuneille.

Hankkeen ohjausryhmään kuuluivat allekirjoittaneen lisäksi Harri Hakaste ja Matti Kuittinen (YM), Tarja Häkkinen (VTT), Armi Liinamaa (VM), Tomi Mäkipelto (LeaseGreen Oy), Leena-Kaisa Piekkari, (YM/ Sitra) ja Mikko Somersalmi (RAKLI).

Eeva Huttunen
Ohjausryhmän puheenjohtaja

1 Johdanto

Rakennetun ympäristön osuus Suomen energiankulutuksesta ja kasvihuonekaasupäästöistä on tällä hetkellä huomattavan suuri. Yleisen arvion mukaan rakennuksissa käytetään lähes 40 prosenttia kokonaisenergian kulutuksesta, ja rakentaminen, rakennusten lämmitys ja sähkönkäyttö aiheuttavat yli 30 prosenttia kasvihuonekaasupäästöistä Suomessa. Rakennusmateriaalien osuus rakennuksen elinkaaren aikaisesta hiilijalanjäljestä arvioitiin aiemmin vähäiseksi käytön aikaisiin päästöihin verrattuna. Rakennusmateriaalien tuotannosta aiheutuneiden päästöjen vaikutus on kuitenkin sitä merkittävämpi, mitä energiatehokkaampia rakennukset ovat ja mitä enemmän rakennuksissa hyödynnetään ympäristön uusiutuvia energialähteitä. Myös energiantuotannon päästöjen vähentyessä rakennusmateriaalien päästöjen vaikutus korostuu.

Rakennusmateriaalien päästöjen täsmällinen osuus rakennuksen elinkaarisesta hiilijalanjäljestä riippuu paitsi rakennuksen energiatehokkuudesta ja ympäröivästä energiajärjestelmästä, myös käytetystä laskentamenetelmästä. Nykyarvioiden mukaan energiatehokkaissa rakennuksissa rakennusmateriaalien osuus lähentelee 50 prosenttia elinkaarisesta hiilijalanjäljestä tai jopa ylittää sen (esim. Ibn-Mohammed ym. 2013; Azari & Abbasabadi 2018; Koezjakov ym. 2018). Suomessa VTT on arvioinut vuonna 2013, että silloisen energiatehokkuusluokka A:n rakennuksissa materiaalien merkitys rakennuksen elinkaaren päästöihin oli samaa suuruusluokkaa kuin tilojen lämmityksestä aiheutuvat päästöt, ja vielä energiatehokkaammissa rakennuksissa sekä passiivitaloissa ne olivat jopa 50 prosenttia suuremmat kuin tilojen lämmityksestä aiheutuvat päästöt (Ruuska ym. 2013). Rakennusten ilmastovaikutuksia tarkasteltaessa on siis jatkuvasti tärkeämpää ottaa huomioon energiankulutuksen lisäksi koko rakennuksen elinkaaren aikaiset päästöt.

Vaikka rakentamisen ympäristövaikutusten arviointi on kohdistunut viime aikoina erityisesti hiilijalanjäljen ja ilmastovaikutusten arviointiin, rakentamisella on myös monia muita vaikutuksia ympäristöön ja luonnonvarojen käyttöön. Materiaalitehokkuuden näkökulmasta on yhä tärkeämpää tavoitella kiertotaloutta kaikilla yhteiskunnan osa-alueilla, jolloin myös rakentamissektoria tulee kokonaisvaltaisesti tarkastella kiertotalouden näkökulmasta. Rakennusmateriaalien valmistus aiheuttaa ympäristövaikutuksia kuluttamalla uusiutumattomia luonnonvaroja ja aiheuttamalla päästöjä ilmakehään, vesistöihin ja

maaperään. Myös rakennuksen käytöllä ja purkuvaiheella on merkittäviä vaikutuksia ympäristöön.

Rakentaminen on merkittävästi työllistävä ala, joten rakentamisen ohjauksella on usein työllisyysvaikutuksia. Vuoden 2011 tilastotietojen nojalla on arvioitu, että rakennusinvestoinnit muodostavat 66 prosenttia kaikista investoinneista ja työllisistä 15 prosenttia toimii rakennusosalalla. Rakennusinvestointeihin käytetty 1 M€ luo työpaikkoja kaikkiaan 18 henkilötyövuoden verran, käytettiinpä raha korjaus- tai uudisrakentamiseen. (Vainio 2012.) Uudella ympäristöohjauksella on lisäksi potentiaalisia taloudellisia vaikutuksia innovaatioihin ja vieniin: vuonna 2011 rakentamiseen liittyvä liiketoiminta vastasi 8 prosenttia Suomen viennistä (Vainio 2012).

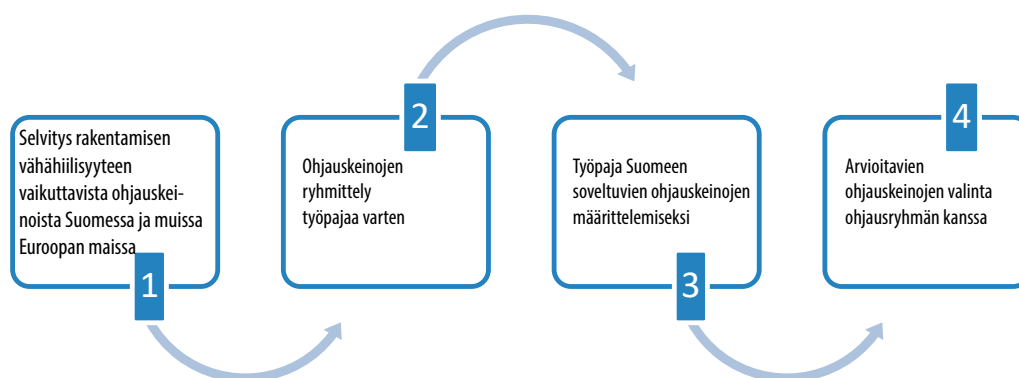
Ympäristöministeriön tavoitteena on, että rakennuksen elinkaaren aikaisia kasvihuonekaasupäästöjä ohjataan lainsäädännöllä vuoteen 2025 mennessä. Osana lainsäädännön valmistelua on laadittu tiekartta, jossa pääohjaukskeinoksi valitaan rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen velvoittava sääntely vaiheittain toteutettuna (Bionova Oy 2017). Rakennustarkastusyhdistys RTY on arvioinut rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälki-ohjauksen toteuttamista viranomaisnäkökulmasta (Rakennustarkastusyhdistys RTY ry 2017). VTT puolestaan on tarkastellut eri ohjauskeinojen vaikuttavuutta rakennusten kasvihuonekaasupäästöihin, keskittyen rakennusmateriaalien päästöihin. Kansallinen raja-arvo korjaus- ja uudisrakentamisen päästöille arvioitiin tehokkaimmaksi ohjaukskeinoksi tarkastelussa (Häkkinen & Vares 2018).

Tämän selvityksen tavoitteena on arvioida taloudellisia ohjauskeinoja vähähiilisen rakentamisen edistämisessä. Ohjauskeinoja arvioidaan mahdollisen raja-arvo-ohjauksen rinnalla vähähiilisen uudisrakentamisen edistämisessä ja itsenäisinä keinoina vähähiilisen korjausrakentamisen edistämisessä.

2 Arvioinnin toteutus

2.1 Ohjauskeinojen kartoitus ja valintaprosessi

TALO-hankkeessa arvioitavien taloudellisten ohjauskeinojen valinta tehtiin monivaiheisesti (katso kuvio 1).¹ Mahdollisia ohjauskeinoja haettiin selvittämällä muiden maiden tilannetta, ohjausryhmän ja tutkimusryhmän asiantuntemuksen sekä työpajan avulla. Näiden pohjalta saatujen ideoiden avulla muodostettiin kuusi taloudellista ohjauskeinoa, joista hankkeen ohjausryhmä valitsi käydyn keskustelun ja alustavien selvitysten perusteella neljä tarkempaan analyysiin mahdollisesti vaikuttavina ja Suomen tilanteeseen soveltuvina.



Kuvio 1. Ohjauskeinojen valintaprosessi.

TALO-hankkeen kansainvälisen taustaselvityksen (Liite 1) mukaan vähähiilisen rakentamisen taloudelliset ohjauskeinot keskittyvät EU-maissa energiatehokkuuden ohjaamiseen. Rakennusmateriaalien valintaan ja rakennusten hiilijalanjälkeen vaikuttavien

¹ Taloudellinen ohjauskeino tarkoittaa tässä hankkeessa ohjauskeinoa, jolla vaikutetaan vähähiilisen investoinnin taloudelliseen kannattavuuteen poliittisella ohjauksella.

taloudellisten ohjauskeinojen valikoima on huomattavasti vähäisempi. Suomessa on myönnetty 1970-luvulta lähtien korjausavustuksia muun muassa energiatehokkuuden parantamiseen. Vähähiilisyysen suoranaisesti ohjaavia taloudellisia ohjauskeinoja ei kuitenkaan ole tällä hetkellä käytössä, vaikka kotitalousvähennystä onkin mahdollista hyödyntää myös vähähiilisyyttä edistäviin korjauksiin.

Selvityksen perusteella ohjauskeinot jaettiin viiteen kokonaisuuteen. Lähes jokaisesta kokonaisuudesta löytyy kansainvälisiä esimerkkejä. Valittuja kokonaisuuksia käsiteltiin ja kehitettiin Suomen tilanteeseen soveltuviksi TALO-hankkeen työpajassa. Työpaja järjestettiin 9.4.2019 ja siihen osallistui yhteensä 33 henkilöä. Osallistujat edustivat eri sidosryhmiä, kuten rakennusalaan, tutkimusta sekä ministeriöitä ja muita julkisia tahoja. Työpajassa käsiteltiin ja yhteiskehitettiin viittä eri ohjauskeinokokonaisuutta.

Valitut ohjauskeinokokonaisuudet olivat:

1. Vähähiilisen rakentamisen rahoitus- ja lainamallit
2. Vähähiilisen korjausrakentamisen tukiohjelma
3. Rakennusmateriaalien päästökatto
4. Lisärakennusoikeuden myöntäminen
5. Maksut ja verot

2.2 TALO-hankkeen työpajassa käsitellyt ohjauskeinot ja ohjauskeinoyhdistelmät

2.2.1 Vähähiilisen rakentamisen rahoitus- ja lainamallit

Vähähiilisen rakentamisen rahoitus- ja lainamallit hyödyntävät joko julkista rahoitusta tai julkisen ja yksityisen rahoituksen yhdistelmämalleja. Näitä ovat esimerkiksi koroton laina sekä vähävaraisten ja eläkeläisten käänteinen laina energiatehokkuusinvestointien vauhdittamiseksi.

Energiatehokkuusinvestointeja voidaan lisäksi vauhdittaa esimerkiksi vihreillä bondeilla, ESCO-mallilla ja muilla yksityisillä rahoitusinstrumenteilla, mutta näillä ei ole suoraviivaista yhteyttä taloudellisiin ohjauskeinoihin.²

² Vihreä bondi tarkoittaa ympäristöinvestointeihin korvamerkittyä joukkovelkakirjaa ja ESCO (Energy Service Company) taas rahoitusmallia, jossa energiapalveluyritys vastaa (usein ulkopuolisen rahoittajan kanssa yhteistyössä) joko kokonaan tai osittain energiaremontin rahoituksesta ja rakennuksen omistaja maksaa rahoituksen takaisin säästetyistä energiakuluista.

KANSAINVÄLISIÄ ESIMERKKEJÄ VÄHÄHIILISEN RAKENTAMISEN RAHOITUS- JA LAINAMALLEISTA

Skotlannissa on käytössä kotitalouksien omistamille kiinteistöille suunnattu rahoitusinstrumentti energiatehokkuuden parantamiseen tai uusiutuvan energian investointeihin. Kyseessä on julkisen tahon myöntämä koroton laina, jonka myöntämistä koordinoi Home Energy Scotland (HES)³. Remontti tulee toteuttaa ulkopuolisten ammattilaisten toimesta. Lainaa voidaan käyttää myös energiatehokkuuden parantamiseen vain epäsuorasti liittyviin korjauksiin, jos korjaukset samalla tosiasiallisesti parantavat energiatehokkuutta.

Skotlannissa on käytössä julkinen rahoitusmalli omakotiasujille (HEEPS, Home Energy Efficiency Programmes)⁴ lämmityskattiloiden vaihtamiseen, energiatehokkuuden parantamiseen ja uusiutuvan energian investointeihin vähävaraisille ja eläkeläisille (enintään £40 000). Lainan myöntää valtio, takuuna toimii asunto ja laina maksetaan takaisin joko asuntoa myydessä tai viimeisen lainanottajan menehtyessä.

TALO-työpajassa keskusteltiin laajasta valikoimasta rahoitusinstrumentteja, mutta keskityksen korjausrakentamiseen. Työpajassa ehdotettiin pientalojen öljykattiloista luopumiseen Skotlannin lainojen tyyllisiä rahoitusinstrumentteja. Kuntien omistamien kiinteistöjen rahoitukseen taas ehdotettiin julkisten hankintojen riskirahoitusinstrumenttia ja vaikutavuusinvestointeja, joissa maksetaan saavutetuista tuloksista. Asunto-osakeyhtiöiden ja ammattimaisten kiinteistönomistajien energiaremonttien kohdalla taas ehdotettiin yksityisten rahoitusinstrumenttien, kuten ESCO-mallin ja vihreiden bondien yhdistämistä julkiseen tukeen (vähähiilisen korjausrakentamisen avustukseen).

Vähähiilisen rakentamisen rahoitus- ja lainamalleista tutkijaryhmä ehdotti työpajan tulosten mukaisesti pientalojen öljykattiloista luopumisen lainaohjelmaa. Ohjausryhmä ei kuitenkaan valinnut sitä TALO-hankkeessa arvioitavaksi, koska vastaavia politiikkakeinoja arvioidaan muissa hankkeissa.

2.2.2 Vähähiilisen korjausrakentamisen avustus

Vähähiilisen korjausrakentamisen avustus tukisi vähähiilistä ja energiatehokasta korjausrakentamista. Ohjaus voitaisiin kohdistaa sekä rakennusmateriaalien käyttöön että energiatehokkuuteen.

3 Home Energy Scotland <https://www.energysavingtrust.org.uk/scotland/home-energy-scotland>

4 Home Energy Efficiency Programs <https://www.energysavingtrust.org.uk/scotland/grants-loans/heeps>

KANSAINVÄLISIÄ ESIMERKKEJÄ KORJAUSRAKENTAMISEN AVUSTUKSISTA

Virossa valtio on myöntänyt rahallisia avustuksia yksityisomisteisten kerrostaloyhtiöiden energiaremontteihin. Avustuksen määrä on riippunut energiansäästön suuruudesta: ohjelman 1. kaudella (2010–2014) avustusta on voinut saada 15, 25 tai 35 prosenttia remontin kokonaiskustannuksesta, 2. kaudella (2015–2020) 15, 25 tai 40 prosenttia. Pääosa hakemuksista on kohdistunut suurimpaan avustukseen. Kriteerit avustuksen saamiseen on määritelty asiantuntijoiden toimesta tiukoiksi ja sallittuja ratkaisuja on tarkennettu 2. avustuskaudelle siirryttäessä. Avustusta hakevalla taloyhtiöllä on oltava pitkälle viety suunnitelma energiaremontista sekä lainapäätös pankista. Avustus maksetaan remontin valmistumisvaiheessa ja energiansäästö todennetaan mittauksin vuosi remontin valmistumisen jälkeen. (Esim. Kurnitski 2017.) Virossa energiaremonttien kokonaiskustannuksista 32–33 prosenttia palaa suorina verotuloina julkiselle taloudelle (ALV + työn verotus), ja energiaremontteihin käytettyä 1 M€ kohti syntyy 17 työpaikkaa vuodessa. Viron valtiolle kustannusneutraalin avustustason on arvioitu olevan n. 32 prosenttia remontin kustannuksista. Mikäli suorien verotulojen lisäksi otettaisiin huomioon erilaisia välillisiä vaikutuksia – esimerkiksi remontoitujen asuntojen arvon nousu ja kansanterveydelliset vaikutukset parantuneista sisäolosuhteista – kustannusneutraali tuen taso voisi olla tätä korkeampi. (Pikas ym. 2015.)

Italiassa energiaremontin tai maanjäristykseltä suojaavan remontin tekijä voi saada verohelpotuksia tuloveroon 5–10 vuoden ajaksi. Verohelpotusta voi käyttää remonttilainan maksuun ja helpotukset kattavat 35–65 prosenttia remontin kustannuksista. Verohelpotus kohdistuu asuntoa kohden yhdelle omistajalle tai osakkeenomistajalle. Jos verohelpotuksen saaja on vähätuloinen ja verohelpotus ylittää verotuksen, voi verotuksen ylittävän osuuden siirtää kolmannelle osapuolelle, kuten remontin toteuttavalle rakennusyritykselle. (La Greca & Margani 2018.)

Baskimaan itsehallintoalueella, Sestaon kunnassa (kuuluu Bilbaon metropolialueeseen), on käynnistetty EU-GUGLE -hankkeeseen⁵ liittyvä asuinkerrostalojen perusparannusohjelma⁶. Seutu on taantuvaa teollisuusaluetta ja työttömyysaste on korkea. Alueen yksityisomisteiset asuinkerrostalot ovat vanhoja (80–100 vuotta) ja huonokuntoisia, eikä omistajilla ole ollut varaa lähteä peruskorjaamaan rakennuskantaa. Korjauksia joudutetaan siten, että kunnallinen yhtiö ostaa baskihallituksen myöntämällä tuella niiden omistajien asunnot, jotka eivät pysty tai halua ryhtyä perusparannukseen. Kunnan ei tarvitse maksaa tukea takaisin aluehallinnolle. Niille asuntojen omistajille, jotka sitoutuvat perusparannushankkeeseen, maksetaan 50 prosenttia korjauskuuluista. Osa ohjelman rahoituksesta tulee (peruskorjattujen) asuntojen myynnistä uusille asukkaille. Koska asukkaat tyypillisesti omistavat asuntonsa itse, energiaremontit eivät näy asukkaiden vuokrankorotuksina, mutta ne nostavat korjattujen asuntojen myyntiarvoa. Energiaremonteissa myös parannetaan asuinolosuhteita monin tavoin: korjauksissa käytetään ”kestäviä materiaaleja”, taloihin tuodaan enemmän luonnonvaloa, aurinkosuojausta parannetaan, uusiutuvan energian osuutta lisätään, ilmanvaihtoa tehostetaan, taloautomaatiota hyödynnetään ja talojen yhteyteen rakennetaan pyörien pysäköintitiloja.

5 <http://eu-gugle.eu/fi/>

6 <http://eu-gugle.eu/fi/pilot-cities-4/sestao/>

TALO-työpajassa eniten kannatusta sai julkinen avustus asuinkerrostalojen energiakorjauksiin. Kaksi kolmesta työpajaryhmästä katsoi, että korjausavustuksen julkinen tuki voisi olla suoraa rahallista tukea. Yhdessä ryhmässä pidettiin parempana, että valtion tuki voisi suoran avustuksen sijaan olla lainantakaus. Italian verohelpotusmalli ei herättänyt työpajan osanottajissa suuresti kiinnostusta.

Kaikissa ryhmissä korostettiin, että tuetuissa energiaremonteissa saavutettavan energiatehokkuuden parannuksen tulisi olla ”merkittävä” tai ”mittava”. Työpajassa tähdennettiin myös, että avustuksen saamiseksi vaadittaisiin pelkän energiansäästön lisäksi laadullisia kriteereitä kuten esimerkiksi uusiutuvan energian käyttöönotto, kysyntäjouaston mahdollisuuksien lisääminen tai sähköautojen latausmahdollisuus. Työpajassa toivottiin myös korjausrakentamisessa tarvittavien rakennusmateriaalien hiilijalanjäljen huomioon ottamista, mutta työpajan osanottajat näkivät haasteena sen, kuinka ja millä kriteereillä tämä käytännössä toteutettaisiin. Eräs konkreettinen ehdotus oli, että avustusta saavassa korjausrakentamisessa tulisi kannustaa kierrätysmateriaalien käyttöön. Korjausrakentamisen Joutsenmerkki-kriteereitä toivottiin myös hyödynnettävän. Työpajassa esitettiin lisäksi, että purettavien materiaalien kierrätys tulisi ottaa yhdeksi kriteeriksi avustuksen myöntämisessä.

Energiakorjausten laadukasta suunnittelua pidettiin työpajassa erittäin tärkeänä. Eräs ryhmä ehdotti, että avustusta tulisikin myöntää juuri korjauksen suunnitteluun. Avustuksen kriteerien laatimisen tueksi toivottiin eri ministeriöiden koordinoimaa, asiantuntijoista koostuvaa ryhmää. Käytännön suunnittelun tueksi toivottiin ”ratkaisupankkia”, jossa tyyppiratkaisuja olisi saatavilla avoimesti kaikkien käyttöön.

Tutkijaryhmä ehdotti Viron malliin perustuvan asuinkerrostalojen korjausrakentamisen avustuksen sisällyttämistä TALO-hankkeen arviointiin ja ohjausryhmä valitsi sen yhdeksi neljästä arvioitavasta ohjauskeinosta. Ohjauskeino ja sen arviointi esitellään luvussa 5.1.

2.2.3 Rakennusmateriaalien ilmastovaikutusten ohjaaminen

Rakennusmateriaalien ilmastovaikutusten ohjaaminen asettaisi rakennusmateriaalikohtaisia hiilijalanjälkirajoituksia tärkeimmille rakennusmateriaaleille (esimerkiksi betoni ja teräs) tai ohjaisi tukea tiettyjen materiaalien käytölle (esimerkiksi biopohjaiset materiaalit tai uusiomateriaalit).

KANSAINVÄLINEN ESIMERKKI RAKENNUSMATERIAALIEN ILMASTOVAIKUTUSTEN OHJAAAMISESTA

Itävallassa Voralbergin osavaltiossa voi hakea avustusta, jos uudisrakennus on erityisen energia-
tehokas ja sen rakennusmateriaalit ovat vähähiilisiä. Tukea saa esimerkiksi puuverhoiluun
20 €/m² ja uusiutuvista materiaaleista tehtyihin eristeisiin 30 €/m² rakennusneliötä kohden. Itä-
vallassa on käytössä ÖkoIndex-luokat, jotka kuvaavat rakennuksen ympäristövaikutuksia ja joissa
otetaan huomioon rakennusmateriaalien ilmastovaikutukset. ÖkoIndex-luokan 3 ylittävät raken-
nukset voivat saada edellä mainittujen tukien ja energiatehokkuustukien lisäksi 150 €/m² saakka
tukea ilmastoystävällisiin materiaalivalintoihin liittyen. Ilmaston kannalta haitallisia materiaaleja
ei saa käyttää tukea saaneissa rakennuksissa. Tukea saa vain 110 m² saakka ja tuki on rajattu vain
alempiin tuloluokkiin. Tuen lisäksi nämä kriteerit täyttävät uudiskohteet voivat saada kiinteäkor-
koista lainaa. Myös muissa Itävallan osavaltioissa (6/9) on käytössä vastaavia järjestelmiä. Tähän
mennessä Itävallassa avustusta on saanut yli 500 rakennusta.

TALO-työpajassa kaikki ryhmät olivat yhtä mieltä siitä, että rakennusmateriaaleja sääntele-
mällä voitaisiin tehokkaasti puuttua rakentamisen ympäristövaikutuksiin. Kuitenkaan yksi-
kään ryhmä ei pitänyt Itävallan esimerkkimallia hyvänä vaihtoehtona. Suurimmaksi riskiksi
rakennusmateriaalien sääntelyssä tunnistettiin osaoptimoinnin riski: pelko siitä, että sään-
telystä juututtaisiin pelkästään materiaalin valmistamisen hiilipäästöihin ja unohdettaisiin
sen käyttöominaisuudet, käytönaikaiset vaatimukset sekä kierrättämis- ja korjaamismahdol-
lisuudet. Jos kuitenkin materiaalien arvottamiselle saataisiin luotua tasapuolinen ja kattava
menetelmä, rakennusmateriaalien sääntelyä pidettiin kaikissa ryhmissä hyvänä mahdolli-
suutena. Tällaisen menetelmän luominen tunnistettiin kuitenkin hankalaksi.

Sääntelyn vahvuutena nähtiin etenkin se, että se pureutuu suoraan materiaalikysymyk-
seen ja näin ollen vaikuttaa kaikkiin rakennustyyppeihin ja kaikkiin omistajaryhmiin. Kui-
tenkin sääntelymallin yhteys raja-arvo-ohjaukseen nähtiin osittain ongelmallisena: pääl-
lekkäinen ohjaus voisi luoda ristiriitaisia kannusteita. Ongelmalliseksi tunnistettiin myös
se, että sääntelymalli olisi omiaan aiheuttamaan huomattavia lisäkustannuksia julkiselle
sektorille. Kuitenkin nähtiin, että ohjauskeinolla voitaisiin EU:n tasoisena tukea vähähiilisiä
sisämarkkinoita ja edistää kierrätysmateriaalien käyttöä. Rakennusmateriaalien ohjaami-
sen keinoksi esitettiin esimerkiksi rakennustuotestandardisointeja. Lisäksi ryhmät katsoi-
vat, että suurin osa toimijoista pystyisi vastaamaan ohjauskeinon vaatimuksiin ja ovat jo
tottuneet reagoimaan muuttuvaan sääntelyyn alalla.

Tässä selvityksessä ei arvioida kansallista rakennusmateriaalien hiilijalanjäljen sääntelyä,
koska tästä saattaisi koitua kilpailuoikeudellisia ongelmia. Jos rakennusmateriaaleja halu-
taan ohjata tehokkaasti ilman kilpailuoikeudellisia ongelmia, tulisi sääntelyn tapahtua EU-ta-
solla.

2.2.4 Lisärakennusoikeuden myöntäminen

Lisärakennusoikeuden myöntäminen tarkoittaisi, että erityisen vähähiiliset rakennukset saisivat lisää rakennusoikeutta rakennushankkeisiin.

KANSAINVÄLINEN ESIMERKKI RAKENNUSOIKEUDEN LISÄÄMISESTÄ

Ranskassa on käynnissä kaupunkialueiden pilotti vähähiilisen rakentamisen edistämiseksi, jos rakennus alittaa hiilijalanjälkirajan (raja sekä käytönaikaisille päästöille että rakennusmateriaalien päästöille) sekä ylittää energiatehokkuusrajan (määräysten ylittävä taso: joko erittäin energiatehokas ja merkittävästi uusiutuvaa energiaa hyödyntävä rakennus tai "oikea" nolla/plus-energiarakennus). Rakennukset saavat 50–70 prosenttia suunnittelukustannuksista avustuksena. Lisäksi rakennukset voivat hakea rakennusoikeuden kasvattamista ja rakentaa 15–30 prosenttia tiheämmin kuin kaava määrää. Kunnat tekevät itsenäisesti päätöksen pilottiin mukaan lähtemisestä.

TALO-työpajassa lisärakennusoikeuden myöntämistä erityisen vähähiilisille rakennuksille pidettiin jatkoselvittelyn arvoisena ohjauskeinona, vaikka sen arvioitiin soveltuvan lähinnä kerrostalorakentamisen ohjaamiseen kasvukeskuksissa ja pohdittiin yhteensopivuutta kaavoitusjärjestelmän kanssa. Oleellisena pidettiin keinon rajaamista niin, että lisärakennusoikeus ei johda vain asuntokoon kasvattamiseen. Lisäksi korostettiin riittävän voimakkaan sanktion käyttämistä tilanteissa, joissa suunniteltuun hiilijalanjäljen pienentämiseen ei päästä.

Tutkijaryhmä ehdotti arvioitavaksi kahta erilaista tukikeinoa rakennusoikeuden lisäämiseksi: (i) lisärakennusoikeuden myöntäminen erityisen vähähiilisille uusille asuinkerrostoille ja (ii) lisärakennusoikeuden myöntäminen puusta rakennetuille lisäkerroksille peruskorjausten yhteydessä. Ohjausryhmä päätyi valitsemaan näistä ensimmäisen mukaan arvioitaviin ohjauskeinoihin.

2.2.5 Maksut ja verot

Maksut ja verot -ohjauskeinokokonaisuus koskee rakennuksen omistamiseen liittyviä maksuja ja veroja, jotka voidaan sijoittaa rakennuksen hiilijalanjälkeen. Näistä kiinteistöveron alennus on tukikeino, jota käytetään monissa maissa energiatehokkuuden ja/tai uusiutuvan energian tuotannon edistämiseen (Shazmin ym. 2016).

KANSAINVÄLISIÄ ESIMERKKEJÄ KIINTEISTÖVERON ALENNUKSESTA

Espanjassa 314 kuntaa (kaikkiaan 7587 kunnasta, alennuksessa ovat mukana runsasvähimmäiset kunnat Madrid ja Barcelona) on ottanut käyttöön kiinteistöveron alennuksia energiatehokkaille tai aurinkoenergiaa hyödyntäville rakennuksille. Kiinteistövero ja sen alennus sekä alennusperusteet vaihtelevat kunnittain. (Shazmin ym. 2016.)

Bulgariassa uusiutuvaa energiaa tuottavat rakennukset saavat täyden vapautuksen kiinteistöverosta joko viideksi tai kymmeneksi vuodeksi. Uusiutuvan energian hyödyntäminen on jaettu luokkiin, joista A-luokan rakennukset saavat 10 vuoden vapautuksen ja B-luokan rakennukset 5 vuoden vapautuksen. (Shazmin ym. 2016.)

TALO-työpajassa maksujen ja verojen ryhmässä käsiteltiin erityisesti rakennuslupamaksua, kiinteistöveroa, tontin vuokraa ja tontin hintaa. Kaikkia näitä pidettiin sopivina hiilijalanjäljen raja-arvo-ohjaukselle. Oleellisena pidettiin hiilijalanjäljen todentamista laskelmin. Keskustelussa ohjauskeinoista tuotiin esiin seuraavia näkökohtia:

- Rakennuslupamaksu voisi toimia omakotirakentajalle, mutta sen ei kertaluonteisena uskottu motivoivan ammattiomistajia. Ohjauskeinon vaikuttavuutta epäiltiin, mutta samalla tuotiin esiin, että se ohjaisi suoraan tärkeää suunnitteluvaihetta. Pohdittiin myös mahdollisuutta taata nopeampi lupakäsittely erityisen vähähiilisille hankkeille.
- Kiinteistöveron alennuksen nähtiin kohdentuvan kaikkiin kiinteistönomistajiin ja sitä pidettiin vaikuttavana ohjauksena. Pohdittiin, vaikuttavatko energiaparanukset jopa kiinteistöveroa korottavasti, koska rakennuksen arvo nousee.
- Tonttivuokraan kytkeminen toimisi vain alueilla, joissa tonteista on pulaa. Keskusteltiin myös tontinluovutusehtojen käytöstä ja mahdollisesta kytkennästä vuokra-aikaan.
- Tontin hintaa voisi käyttää perustajaurakoitsijoihin vaikuttavana keinona vuokratuotannon ohjauksessa.

Tutkijaryhmä ehdotti yhdeksi arvioitavaksi ohjauskeinoksi kiinteistöverosta vapauttamista viideksi vuodeksi erityisen vähähiilisille rakennuksille ja ohjausryhmä valitsi tämän ohjauskeinon mukaan arviointiin.

2.3 Arviointiin valitut ohjauskeinot

Työpajan tulosten perusteella hahmoteltiin kuusi ohjauskeinoja, joista ohjausryhmä valitsi neljä arvioitavaksi. Uudisrakentamisen ohjauskeinot koskevat kaikki erittäin vähähiilisen

kerrostalorakentamisen edistämistä. Keinot ovat: (1) *valtion avustus*, (2) *kiinteistöverosta vapauttaminen rakentamisen jälkeen 5 vuodeksi*, ja (3) *lisärakennusoikeuden myöntäminen*. Kaikki edellä mainitut keinot valittiin mukaan arviointiin. Korjausrakentamisen ohjauskeinot ovat: (1) *asuinkerrostalojen vähähiilisten korjausten edistämisen avustus*, (2) *laina öljylämmityksen vaihtamiseen vähähiiliseen lämmitysjärjestelmään*, ja (3) *lisärakennusoikeuden myöntäminen puusta rakennetuille lisäkerroksille*. Näistä arviointiin valikoitui ensimmäinen ohjauskeino.

2.4 Arvioitavat vaikutukset

Tässä selvityksessä arvioitavat ohjauskeinot ovat erityyppisiä, joten niiden arviointikaan ei ole keskenään täysin samanlaista. Myös käytettävissä oleva aineisto on asettanut omat rajoituksensa arvioinnille. Kaikista ohjauskeinoista on kvantitatiivisesti arvioitu vaikutuksia:

- kasvihuonekaasupäästöihin
- kustannuksiin.

Työllisyysvaikutuksia on arvioitu korjausrakentamisen yhteydessä kvantitatiivisesti. Erittäin vähähiilisen uudisrakentamisen taloudellisten ohjauskeinojen ei oleteta vaikuttavan työllisyyteen, koska niiden ei oleteta lisäävän uudisrakentamisen kokonaismäärää. Mahdollisia muita vaikutuksia (esimerkiksi vaikutuksia innovaatiotoimintaan, viranomaistoimintaan sekä yhdyskuntarakenteeseen ja alueelliseen yhdenvertaisuuteen) olemme arvioineet kvalitatiivisesti siltä osin kuin niitä on tunnistettu.

Arvioinnissa on hyödynnetty soveltuvin osin SYKE:n rakennuskannan skenaariointi- ja mallinnusympäristöä, Tilastokeskuksen ja Väestörekisterikeskuksen tietoaaineistoja rakennuskannasta, energiasta ja väestöstä sekä Bionova Oy:n One Click LCA -elinkaarilaskenta-työkalua. Arviointiin on kerätty aineistoa myös alan asiantuntijoilta. Vaikutukset pyritään esittämään kullekin vaikutustyyppille tunnusomaiseen tapaan: kasvihuonekaasupäästöjen ja kustannusten muutos määrällisesti, mutta osa muista vaikutuksista kuvataan laadullisesti. Arvioinnissa käytetyt oletukset, menetelmät ja aineistot kuvataan tarkemmin seuraavissa luvuissa.

3 Uudisrakentamisen raja-arvo-ohjaus ja taloudellinen ohjaus: lähtökohtia

3.1 Rakennuskannan tila

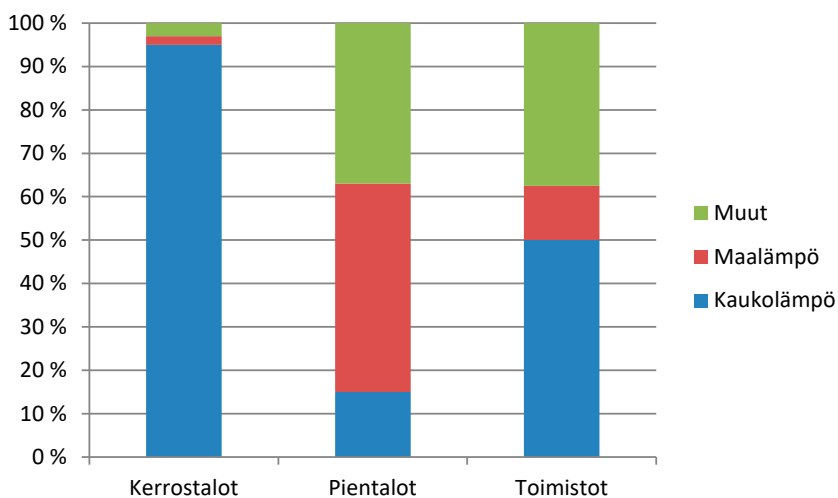
Rakennusten vähäpäästöisyyden kehittäminen on tärkeää, jotta Suomessa voidaan päästä Pariisin ilmastositoumuksen mukaisiin päästövähennyksiin. Rakennukset ja rakentaminen käyttävät yleisen arvion mukaan noin 40 prosenttia Suomen kokonaisenergiakulutuksesta ja tuottavat noin kolmanneksen Suomen kasvihuonekaasupäästöistä. Rakennusten energiansäästöä pidetään kustannustehokkaana päästövähennyskeinona, mutta suuri osa kustannustehokkaista toiminnoista on jäänyt tekemättä johtuen monista energiatehokkuuden parantamisen kohtaamista esteistä (Kangas ym. 2018; Koreneff ym. 2014).

Rakennusten energiatehokkuuden parantamisen vaikutukset yltävät yksittäisen rakennuksen tasolta aina energiantuotanto- ja jakelujärjestelmän murrokseen. Rakennuksissa voidaan esimerkiksi tuottaa sähkö- ja lämpöenergiaa ympäristön uusiutuvasta energiasta, ladata sähköauton akkuja ja osallistua kysyntäjoustoon älykkään ohjauksen avulla. Lisäksi rakennusten energiatehokkuuden parantuminen vähentää kokonaisenergiankulutusta. Rakennuskanta ja sen kehitys vaikuttavat monin tavoin siihen, kuinka energiasysteemi ja -markkinat toimivat.

Uuden rakennuksen elinkaaristen päästöjen kannalta merkittävimmät valinnat liittyvät rakennuksen päälämmitysmuotoon, käytettyihin rakennusmateriaaleihin, kokoon ja tilaratkaisuihin. Rakennusmateriaalien ja rakentamisen päästöt painottuvat rakennusaikaan, energiankulutuksen päästöt painottuvat rakennuksen käytön aikaan ja purkamisen päästöt tapahtuvat elinkaaren lopussa. Rakennusmateriaaleihin sitoutuneiden päästöjen ja energiankulutuksen päästöjen keskinäinen painoarvo riippuu rakennuksesta: mikäli rakennuksen päälämmitysjärjestelmä on vähähiilinen ja/tai rakennus itsessään energiatehokas, rakennusmateriaalien päästöt korostuvat, ja voivat olla nykyisin yli 50 prosenttia rakennuksen elinkaarisista päästöistä (esim. Ibn-Mohammed ym. 2013; Azari & Abbasabadi 2018; Koezjakov ym. 2018).

Vuonna 2017 valmistuneiden kerros- ja pientalojen kerrosala oli suunnilleen yhtä suuri (1,4 milj. m²), mutta koska kerrostaloissa on keskimäärin pienempiä (71 m²) asuntoja kuin pientaloissa (203 m²), oli vuonna 2017 rakennetuissa kerrostaloissa enemmän asuntoja (noin 20 000 kpl) kuin pientaloissa (noin 7000 kpl). Toimistorakennuksia rakennettiin huomattavasti vähemmän (0,1 milj. m²) kuin kerrostaloja ja pientaloja. (Rakennus- ja huoneistorekisteri 2018.)

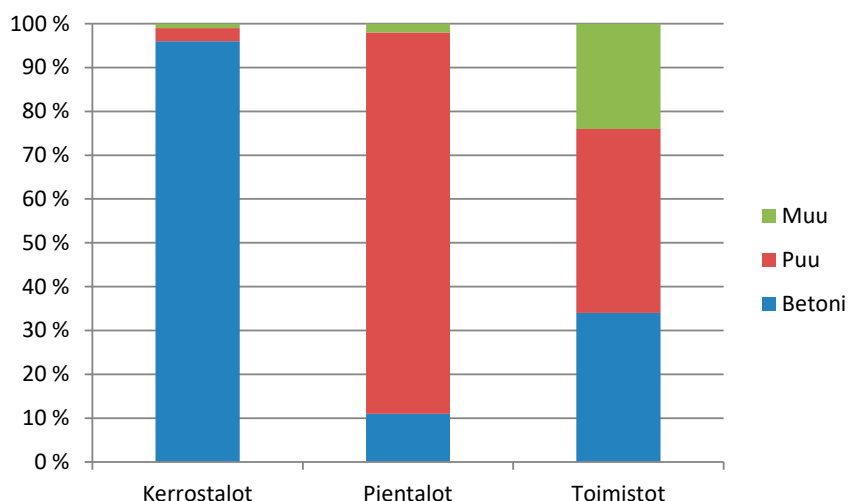
Vuonna 2017 valmistuneiden rakennusten päälämmitysjärjestelmien jakaumat vaihtelevat suuresti rakennustyyppittäin (kuvio 2). Uusista kerrostaloista jopa 95 prosenttia on kaukolämmössä, kun taas uusista pientaloista vain 15 prosenttia on kaukolämmön piirissä. Pientalojen kohdalla maalämpö on suosituin lämmitysmuoto (48 prosenttia), 37 prosenttia uusien pientalojen lämmitysjärjestelmistä on kategoriassa ”muut”, joka sisältää esimerkiksi muut lämpöpumput, suoran ja varaavan sähkölämmityksen ja puun pienpolton. Uusista toimistorakennuksista noin puolet on kaukolämmössä. Seuraavaksi suosituin lämmitysmuoto on sähkölämmitys, joka kattaa kategorian ”muut” lähes kokonaan. Maalämmön osuus on noin 13 prosenttia.



Kuvio 2. Päälämmitysmuodot vuonna 2017 valmistuneissa uudisrakennuksissa (Lähde: Rakennus- ja huoneistorekisteri 2018).

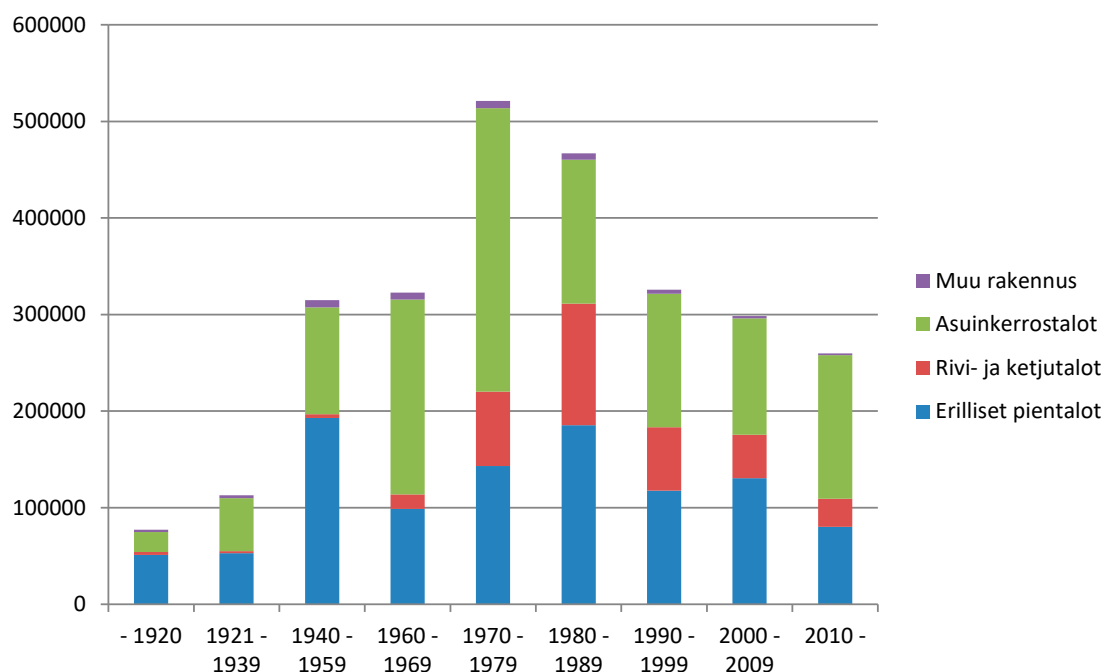
Vuonna 2017 valmistuneiden rakennusten päärakennusmateriaali vaihtelee rakennustyyppittäin voimakkaasti (kuvio 3). Kerrostaloista jopa 96 prosenttia rakennetaan betonista, kun puun osuus uusista kerrostaloista on vain 3 prosenttia. Uusien pientalojen kohdalla puu on ylivoimaisesti suosituin rakennusmateriaali (87 %), kun taas betonin osuus on 11 prosenttia. Muiden rakennusmateriaalien suosio on sekä kerros- että pientalojen kohdalla alhainen (1–2 %). Toimistorakennuksia rakennetaan lukumääräisesti eniten puusta (42 %), mutta puiset toimistorakennukset ovat keskimääräiseltä kooltaan niin pieniä, että ne vastaavat vain 5 prosenttia toimistorakennusten kerrosalasta. Noin 34 prosenttia toimistorakennuksista

rakennetaan betonista, mutta nämä ovat kooltaan niin paljon puutoimistoja suurempia että niiden osuus kerrosalasta on 87 prosenttia. Muista rakennusmateriaaleista (esim. teräs) rakennettujen toimistojen osuus on rakennuksista 24 prosenttia ja kerrosalasta 8 prosenttia. (Rakennus- ja huoneistorekisteri 2018.)



Kuvio 3. Päärakennusmateriaalit vuonna 2017 valmistuneissa uudisrakennuksissa, rakennusten lukumääräinen osuus (Lähde: Rakennus- ja huoneistorekisteri 2018).

Korjausrakentamisessa vähäpäästöiseen rakennuskantaan päästään tehokkaimmin energiatehokkuuden parantamisen ja fossiilisia polttoaineita hyödyntävien lämmitysjärjestelmien uusimisen kautta. Suomen asunnoista lähes puolet on rakennettu 1960–1980-luvuilla (kuvio 4). Kerrostaloasuntoja on rakennettu erityisen paljon 1960- ja 1970-luvuilla. Suomi kaupungistui tänä aikana nopeasti ja silloin rakennettiin esimerkiksi suurten kaupunkien lähiöitä. Tässä rakennuskannassa on mittava energiansäästöpotentiaali (esim. Vainio 2012; Niemelä 2017a, 2017b; Hirvonen ym. 2018). Lisäksi tämän aikakauden rakennuskannassa on merkittävästi korjausvelkaa (Vainio 2012; Ympäristöministeriö 2014).



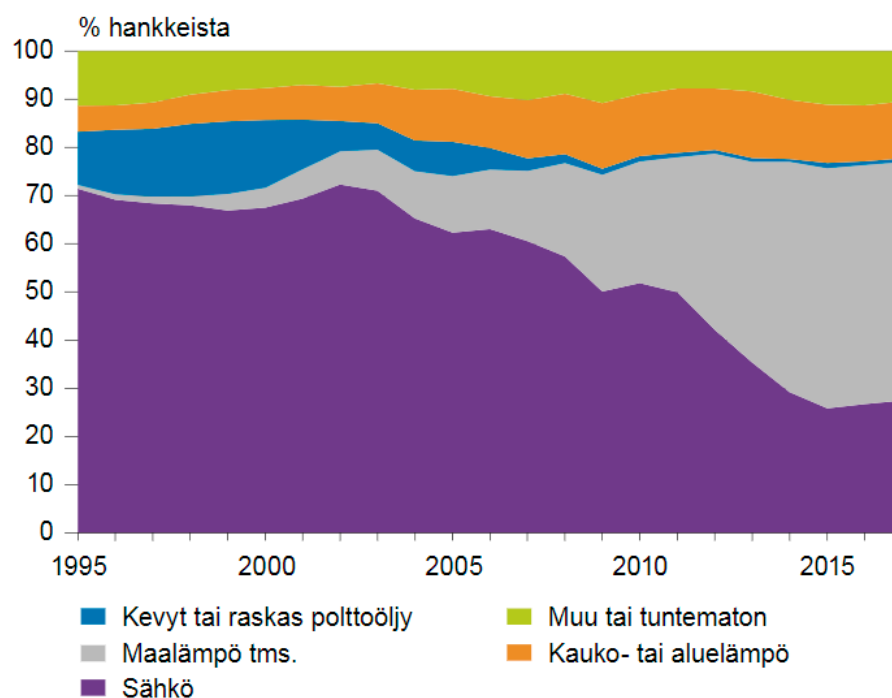
Kuvio 4. Eri ajankohtina rakennettujen asuntojen lukumäärä Suomessa.⁷

Uusiutuvan energian merkitys on kasvanut voimakkaasti pientaloissa: vuosien 1995–2017 aikana maalämpö on noussut suosituimmaksi lämmitysmuodoksi suoran sähkölämmityksen sijaan (kuvio 5). Öljyn suosio päälämmitysmuotona on vähentynyt, ja 2010-luvulla rakennetuissa omakotitaloissa sen osuus on enää marginaalinen. Sähkön suosio päälämmitysmuotona laski voimakkaasti vuoteen 2015 saakka, mutta on sen jälkeen kääntynyt hienoiseen nousuun.⁸

Kerrostalojen kohdalla vastaavaa muutosta ei ole tapahtunut, kuten kuvion 5 vuoden 2017 tilanne osoittaa. Toimistorakennusten kohdalla maalämpö on noussut kohtuullisen suosituksi lämmönlähteeksi 2010-luvulla, mutta muuten pientaloja vastaavia muutoksia ei ole havaittavissa (Rakennus- ja huoneistorekisteri 2018).

⁷ Asunnot ja asuinolot: http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__asu__asas/?tablelist=true

⁸ Kuvion 5 tiedot perustuvat Tilastokeskuksen kyselytutkimukseen, kun taas muut tässä luvussa esitellyt tiedot perustuvat Rakennus- ja huoneistorekisterin (Rakennus- ja huoneistorekisteri 2018) tietoihin. Vaikka tämä kuvio ei täysin vastaa tilastointitavaltaan muita kuvioita, päädyimme esittämään tämän, koska RHR:n tietoihin pientalojen lämmitysjärjestelmien kehityksen osalta liittyy liian paljon epävarmuuksia.



Kuvio 5. Pääasiallinen lämmitysmuoto 1995–2017 valmistuneissa omakotitaloissa (Lähde: Rakennus ja asuntotuotanto, Tilastokeskus).⁹

Hirvonen ym. (2018) ovat selvittäneet olemassa olevien kerrostalojen energiaremonttien mahdollisia teknisiä ratkaisuja sekä toteutettavissa olevien päästövähennysten kustannuksia. Tutkimuksessa tarkasteltiin korjatun rakennuksen käytönaikaisesta energiankulutuksesta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä: ei siis korjausmateriaaleista, työmaatoiminnoista, korjatun rakennuksen ylläpidosta tai rakennuksen elinkaaren loppuvaiheesta aiheutuvia päästöjä. Tarkastelu toteutettiin rakennussimulaatioiden ja monitavoiteoptimoinnin keinoin, ajanmukaista kustannusdataa hyödyntäen.

Hirvosen ym. (2018) tarkastelussa otettiin huomioon erilaisia korjausrakentamisen ratkaisuja ja energiatehokkuuden parantamistoimia. Keinovalikoimassa olivat mm. ilmanvaihdon lämmöntalteenotto erilaisilla hyötysuhteilla, jäteveden lämmöntalteenotto joko pelkällä lämmönvaihtimella tai lämpöpumpulla, matalalämpötilaradiaattorit, oma aurinkosähkön tuotanto, oma aurinkolämmön tuotanto, ulkoseinien eristystason parantaminen, yläpohjan eristystason parantaminen, energiatehokkaammat ikkunat ja energiatehokkaammat ovet. Hirvonen ym. (2018) koostivat korjausrakentamisen keinovalikoimasta optimoinnin tulosten perusteella neljään eri kategoriaan kuuluvia kokonaisratkaisuja:

⁹ Uusiutuva energia valtaa alaa pientalojen lämmityksessä: <https://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2018/uusiutuva-energia-valtaa-alaa-pientalojen-lammityksessa/>

- a) Kallein ratkaisu: suurimmat investointikustannukset ja suurimmat päästövähennykset.
- b) Keskihintainen ratkaisu: sekä investointikustannukset että päästövähennykset pienemmät kuin ratkaisussa a).
- c) Kustannusneutraali ratkaisu: investointi maksaa itsensä takaisin täsmälleen 25 vuodessa, joka on tutkimuksessa elinkaarille kustannuslaskelmalle käytetty tarkastelu-aika.
- d) Halvin ratkaisu: pienimmät investointikustannukset, mutta myös pienimmät päästövähennykset.

Mallinnuksen perusteella todettiin, että olemassa olevan asuinkerrostalon kannan energiaremonteilla voidaan saavuttaa hyvinkin merkittäviä päästövähennyksiä kustannustehokkaasti (taulukot 1 ja 2). Ennen vuotta 2002 rakennetuille kerrostaloille laskettiin saavutettavaksi 80–82 prosentin päästövähennykset jopa sellaisilla korjausratkaisujen yhdistelmillä, jotka maksoivat itsensä takaisin tarkastelussa käytetyllä 25 vuoden ajanjaksolla. Suuremmalla alkuinvestoinnilla ja pidemmällä takaisinmaksuajalla voitiin saavuttaa vieläkin suurempia, enimmillään 86 prosentin päästövähennyksiä. Toisaalta keskeinen löydös on myös se, että elinkaarikustannuksiltaan kaikkein edullisimmat energiaparannukset laskettiin saavutettavaksi maalämpöön vaihtamalla. Mikäli samantyyppiset kohteet mallinnettiin remontoitavaksi kaukolämmössä pysyen, saavutetut päästöjen alenemat olivat huomattavasti pienempiä.

Taulukko 1. Ennen vuotta 1975 rakennetut kerrostalot: mallinnetun energiaremontin investointikustannus ja saavutettu päästövähennys (Hirvonen ym. 2018).

Ennen vuotta 1975 rakennetut kerrostalot	Investointikustannus [€/m ²]	Päästövähennys [%]
Kohde pysyy kaukolämmössä:		
Kallein ratkaisu a	498	72
Keskihintainen ratkaisu b	339	54
Kustannusneutraali ratkaisu c	156	28
Halvin ratkaisu d	122	17
Kohde vaihtaa maalämpöön, lisälämmityksenä sähkölämmitys:		
Kallein ratkaisu a	545	86
Keskihintainen ratkaisu b	443	84
Kustannusneutraali ratkaisu c	296	80
Halvin ratkaisu d	155	72
Kohde asentaa PILPin, lisälämmityksenä kaukolämpö:		
Kallein ratkaisu a	399	75
Keskihintainen ratkaisu b	338	73
Kustannusneutraali ratkaisu c	265	68
Halvin ratkaisu d	143	49

Taulukko 2. 1976–2002 rakennetut kerrostalot: mallinnetun energiaremontin investointikustannus ja saavutettu päästövähennys (Hirvonen ym. 2018).

Vuosina 1976–2002 rakennetut kerrostalot	Investointikustannus [€/m ²]	Päästövähennys [%]
Kohde pysyy kaukolämmössä:		
Kallein ratkaisu a	450	79
Keskihintainen ratkaisu b	298	71
Kustannusneutraali ratkaisu c	97	36
Halvin ratkaisu d	72	24
Kohde vaihtaa maalämpöön, lisälämmityksenä sähkölämmitys:		
Kallein ratkaisu a	476	86
Keskihintainen ratkaisu b	331	84
Kustannusneutraali ratkaisu c	235	82
Halvin ratkaisu d	101	72
Kohde asentaa PILPin, lisälämmityksenä kaukolämpö:		
Kallein ratkaisu a	465	71
Keskihintainen ratkaisu b	357	64
Kustannusneutraali ratkaisu c	133	59
Halvin ratkaisu d	103	53

Muukin tuore kotimainen tutkimus tukee Hirvonen ym. (2018) johtopäätöksiä. Niemelä ym. ovat mallintaneet tiilirakenteisten 1960-luvulla rakennettujen asuinkerrostalojen (Niemelä ym. 2017a) sekä 60–70 -luvun vaihteen betonielementtikerrostalojen (Niemelä ym. 2017b) energiakorjauksia ja todenneet, että maalämpöön siirtyminen olisi optimiratkaisu sekä energia- että kustannustehokkuuden kannalta. Myös poistoilmalämpöpumppujen ja ilma-vesilämpöpumppujen avulla voidaan saavuttaa merkittäviä energiatehokkuuden parannuksia. Aurinkoenergia ja etenkin oma aurinkosähkön tuotanto on kustannustehokas ratkaisu suuressakin järjestelmän koolla. Olemassa olevat rakennukset voidaan näiden tutkimusten mukaan remontoida energiatehokkuudeltaan uusia vastaaviksi, ja kustannustehokasta on tähdätä merkittäviin energiatehokkuuden parannuksiin. Energiaremonttien todetaan maksavan itsensä takaisin: elementtikerrostalojen tapauksessa kustannusoptimaalisen korjauksen arvioidaan aiheuttavan rakennuksen käyttökustannuksissa 90–98 €/m² säästön ja tuovan investoinnille 18–36 prosentin tuoton (Niemelä ym. 2017b). Toisaalta kuitenkin suositellaan, että rakennusten omistajille suunnattaisiin taloudellisia tukitoimia energiakorjauksen alkuinvestointeihin, jotta he rohkaistuisivat ryhtymään riittävän kunnianhimoisiin energiaremontteihin (Niemelä ym. 2017a).

Mallinnustutkimusten lisäksi on saatavilla ajankohtaista tietoa toteutuneista energiaremonteista ja niiden jälkiseurannasta. Korjauskohteiden energiankulutuksen seuraaminen on tärkeää, jotta saadaan tietoa siitä, toteutuvatko arvioidut energiatehokkuuden parannukset käytännössä. Mikäli järjestelmien säädöissä tai korjatun rakennuksen käyttöönötossa on

ongelmia, lasketut energiansäästöt ja siten myös päästövähennykset eivät toteudu täysimääräisinä.

Tampereella on toteutettu useita asuinkerrostalojen energiaremontteja osana laajaa EU-GUGLE -hanketta¹⁰. Toteutuneista energiaremonteista voidaan todeta (taulukko 3), että peruskorjauksilla on todellisissa kohteissakin saatu aikaan merkittäviä päästövähennyksiä. Päästövähennyksen suuruus tosin riippuu myös päästökertoimesta, jolla korjauksen jälkeiset energiankulutuksen päästöt on laskettu: peruskorjauksen suunnittelun ja toteutuksen aikana energijärjestelmänkin päästöt ovat alentuneet jonkin verran. Suurimpien toteutuneiden päästövähennysten kohdalla päästökertoimien vaikutus on kuitenkin pieni. (Häkkinen 2019.)

Tampereen korjauskohteiden tulokset tukevat muitakin Hirvonen ym. (2018) mallinnustutkimuksen löydöksiä: päästövähennysten suuruus riippuu valitusta päälämmitysjärjestelmästä ja suurimmat päästösäästöt olivat pääsääntöisesti myös edullisimpia. Suurimmat päästövähennykset (79–84 %) saavutettiin kohteilla, joihin asennettiin peruskorjauksen yhteydessä maalämpöpumppu. Seuraavaksi suurimpaan eli 75 prosentin päästövähennykseen päästiin kohteessa, jossa kaukolämmitystä täydennettiin poistoilmalämpöpumpulla sekä ilma-ilma-lämpöpumpulla. Kyseinen remontti oli kaikkein edullisin: 75 prosentin päästövähennyksen kustannus oli 70 €/m². Toiseksi edullisin remonttikohde (160 €/m²) oli maalämpöpumppukohde, ja jäljelle jäävät maalämpöpumppukohteet olivat kustannuksiltaan 4. ja 5. edullisimmat. Maalämpökohteista kaksi irtautui kaukolämmöstä kokonaan ja kolmannessa yhteys kaukolämpöverkkoon muutettiin kahdensuuntaiseksi, jolloin rakennuksesta tuli kaukolämmön nettomyyjä.

Taulukko 3. Tampereella EU-GUGLE -hankkeessa toteutuneita energiaremontteja. Lähde: Tarja Häkkinen: Tutkimustuloksia vähähiilisestä rakentamisesta. Vähähiilisen rakentamisen vuosiseminaari, Helsinki 20.3.2019.¹¹

Rakennusvuosi	Ikkunaremontti	Lisäeristys	PILP	ILP	MLP	PV	Aurinkolämpö	Energiansäästö	Päästövähennys	Hinta [€/m ²]
1961	x	x	x		x			61 %	79 %	360
1968	x	x	x					46 %	61 %	375
1970			x					31 %	49 %	500
1971	x		x		x			64 %	80 %	160
1974			x	x				62 %	75 %	70
1978	x	x	x					47 %	60 %	165
1980	x		x		x	x	x	71 %	84 %	218
1973	x	x	x			x		45 %	60 %	380

¹⁰ <http://eu-gugle.eu/fi>

¹¹ Lisätietoja Tampereen EU-GUGLE -kohteista saatavilla osoitteessa: <http://eu-gugle.eu/fi/pilot-cities-4/tampere>

Korjauskohde, johon asennettiin maalämpöpumppu ja jossa itse tuotettua lämpöä alettiin viedä kaukolämpöverkkoon (Pohjolankatu 18-20), sai valmistuttuaan Europan Heat Pump Association EHPA:n palkinnon ”tehokkaasta, fiksusta ja kestävästä lämpöpumppuratkaisusta”¹². Eräs palkinnon myöntämisperuste oli saavutetun energiansäästön kustannustehokkuus, toinen peruste oli ratkaisun toistettavuus muissa samantyyppisissä rakennuksissa. Palkittu kohde on valmistunut vuonna 1980, eli se on Tampereen remonttikohteista kaikkein uusin. 1970- ja 1980-luvuilla Suomessa rakennettiin miltei 22 000 asuinkerrostaloa, kerrosalassa tarkasteltuna n. 36 milj. m² (Tilastokeskus 2019). Tämän kokoiseen joukkoon mahtuu vastaavaan remonttiin soveltuvia korjauskohteita todennäköisesti hyvinkin paljon. Niille rakennuksille, joille maalämpöratkaisu on mahdollinen, jopa noin 80 prosentin päästövähennykset voivat siis olla mahdollisia ja myös kustannustehokkaita.

Energiatehokkuus, vähäpäästöisyys ja vähähiilisyys voivat kaikki olla rakennuksen ominaisuuksia, mutta termejä saatetaan käyttää julkisessa keskustelussa päällekkäin tai epätarkasti. Lisäksi voidaan puhua esimerkiksi **ilmastoviisaista** tai **ilmastoystävällisistä** rakennuksista. Alan terminologiaan kuuluvat myös esimerkiksi lähes nollaenergiarakennukset, nettonollaenergiarakennukset ja passiivirakennukset. Tässä tietolaatikossa selvennetään näitä termejä raportin taustaksi, vaikka jokaista termiä ei itse raportissa mainitakaan.

Tässä raportissa **rakennuksen energiatehokkuudella** tarkoitetaan kaikkein yleisimmin energiatehokkuutta siten kuin se määritellään Suomen rakentamismääräyskokoelman kontekstissa. Siinä rakennuksen energiatehokkuutta kuvaa rakennuksen **laskennallinen energiatehokkuuden vertailuluku** eli **E-luku**. E-luku muodostetaan laskemalla rakennuksen **laskennallinen ostoenergiankulutus** ja kertomalla se energiamuodotain kunkin energiamuodon kertoimella. **Energiatehokkuusluokka** puolestaan kuvaa sitä, kuinka rakennuksen E-luku asettuu asteikolle A–G, jossa A on energiatehokkain luokitus ja G vähiten energiatehokas.

EU:ssa kaikkien uusien rakennusten tulee olla **lähes nollaenergiarakennuksia** vuoden 2020 loppuun mennessä, ja uusien julkisten rakennusten on tullut olla lähes nollaenergiarakennuksia vuoden 2018 loppuun mennessä. Suomessa tämä vaatimus täyttyy, mikäli uuden rakennuksen E-luku alittaa sille käyttötarkoituksiluokittain asetetun enimmäisrajan. Toisin sanoen pian kaikki meillä valmistuvat uudet rakennukset ovat – ainakin lainsäädännön näkökulmasta – lähes nollaenergiarakennuksia. Tämä voi herättää kysymyksen, miksi rakennusten energiatehokkuutta tulisi parantaa, mikäli kaikki uudet rakennukset ovat jo lähes nollaenergiarakennuksia. Tosi-asiassa on kuitenkin mahdollista rakentaa määräystasoa selvästi energiatehokkaampia uusia rakennuksia. Määräystasomme ei ole kovinkaan lähellä nollaenergiarakennusta sikäli kun se käsitetään **nettonollaenergiarakennukseksi**, joka tuottaa laskentajakson (tavallisimmin vuoden) aikana energiaverkkoihin yhtä paljon energiaa kuin se on niistä ottanutkin. **Passiivirakennukset** ovat puolestaan rakennuksia, joiden energiatehokkuutta parannetaan ennen kaikkea pienentämällä lämpöenergian tarvetta rakenteellisin ratkaisuin, kuten eristystasoa parantamalla.

Hiilijalanjäljen laskentamenetelmässä myös rakennuksen käytönaikaiset päästöt määritetään rakennuksen laskennallisen ostoenergiankulutuksen perusteella. Kun laskennallinen ostoenergiankulutus muutetaan E-luvuksi, tarvitaan energiamuodon kertoimia. Sen sijaan kun laskennal-

12 <http://eu-gugle.eu/fi/remarkable-award-for-a-housing-company-in-tampere-finland>

linen ostoenergiankulutus muutetaan käytönaikaisiksi päästöiksi, tarvitaan eri energiamuotojen päästökertoimia. Päästökertoimet ja energiamuodon kertoimet ovat eri asia, ja nykytilanteessa ne itse asiassa jopa ohjaavat eri suuntiin: kaukolämmön energiamuodon kerroin on pienempi kuin sähkön, mutta päästökertoimille tilanne on päinvastainen. Laskennallinen ostoenergiankulutus puolestaan perustuu rakennuksen vakioituun käyttöön. Se ei siis kuvaa rakennuksen toteutunutta käyttöä, eikä sillä niin ollen ole välitöntä yhteyttä rakennuksen käytöstä syntyneisiin päästöihin. Aivan kuten E-luku, myös rakennuksen hiilijalanjälki kuvaa rakennusta, mutta ei sen käyttötapaa.

Rakennuksen käytönaikaisiin kasvihuonekaasupäästöihin ja siten koko rakennuksen hiilijalanjälkeen vaikuttaa suuresti rakennuksen päälämmitysjärjestelmä. Tässä raportissa olemme kutsuneet **vähähiiliseksi** päälämmitysjärjestelmäksi sellaista lämmitysjärjestelmää, joka on sekä energiatehokas että käyttää hiilidioksidipäästöiltään edullista energiaa, käytännössä sähköä. Eri-laiset lämpöpumppuratkaisut ovat usein sekä energiatehokkaita että vähähiilisiä: ne tarvitsevat sähköä toimiakseen, mutta käyttävät lämpöenergian lähteenä ympäristön uusiutuvaa energiaa tai hukkalämpöä. Suora sähkölämmitys käyttää myös sähköä, mutta ei ole yhtä energiatehokas ratkaisu kuin lämpöpumppu. Kaukolämpö puolestaan voi olla energiatehokasta ja kaukolämpöverkosta riippuen lämpöenergian lähteenä voidaan käyttää esimerkiksi ympäristön uusiutuvia energioita tai hukkalämpöä. Nykyisellään hiilijalanjälkilaskennan menetelmäluonnoksessa ei kuitenkaan ole mahdollista eritellä kaukolämmön tuotantoa paikallisten lämmönlähteiden mukaan. Valtakunnallisesti tarkastellen kaukolämmön tuotannossa yleisimmät polttoaineet ovat edelleen fossiilisia polttoaineita kuten kivihiili, turve, maakaasu ja öljy. Näistä kivihiilen käyttö loppuu vuoteen 2029 mennessä.

Mikäli rakennuksen elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästövaikutukset ovat pienet, koko rakennusta voidaan kutsua **vähähiiliseksi** tai esimerkiksi ilmastoystävälliseksi. Käytönaikaisten päästöjen lisäksi elinkaariseen arvioon lasketaan materiaalien valmistuksessa syntyneet päästöt ja rakennuksen rakentamiseen sekä purkamiseen liittyvät päästöt. **Vähäpäästöinen** rakennus puolestaan olisi sellainen, jonka kaikki päästöt ympäristöön ovat elinkaaren aikana vähäiset, mukaan lukien muunlaiset päästöt kuin kasvihuonekaasut. Käytännössä termejä vähähiilinen ja vähäpäästöinen saatetaan käyttää sekaisin, ja molempia ilmastoystävällisyyden synonyymeina.

3.2 Ympäristöministeriön laskentamenetelmä rakennuksen hiilijalanjäljelle

Ympäristöministeriö valmistelee parhaillaan sääntelyä, joka rajoittaa rakennuksen elinkaaren aikaisia kasvihuonekaasupäästöjä eli rakennuksen hiilijalanjälkeä. Uusien rakennusten hiilijalanjäljelle on tarkoitus asettaa velvoittava yläraja ainakin osassa käyttötarkoituksluokista. Rakennuksen laajamittaiselle korjaukselle voidaan myös laskea hiilijalanjälki, mutta toistaiseksi ei ole päätetty laajamittaisen korjauksen hiilijalanjäljen sääntelystä.

Hiilijalanjäljen arviointimenetelmän ensimmäinen luonnosversio ja sen taustamuistio annettiin lausuntokierrokselle 16.11.2018 (Ympäristöministeriö 2018a, 2018b). Taloudellisten ohjauskeinojen arviointi suoritettiin aluksi menetelmän ensimmäisen luonnosversion mukaisesti. Kun arviointi valmistui elokuussa 2019, menetelmää oli kehitetty edelleen, ja ympäristöministeriö julkaisi seuraavan luonnosversion menetelmästä 30.8.2019 (Ympäristöministeriö 2019). Laskentaohjeen muutos vaikutti taloudellisten ohjauskeinojen arvioinnin tuloksiin etenkin uudisrakentamiseen kohdistettujen ohjauskeinojen osalta, joten arviointi suoritettiin tältä osin pääosin uudelleen syys-lokakuussa 2019. Vaikka tämän arvioinnin tarkoituksena on tarkastella mahdollisia taloudellisia ohjauskeinoja eikä itse hiilijalanjäljen laskentamenetelmää, menetelmän muutos vaikutti myös ohjauskeinojen tarkasteluun niin merkittävässä määrin, että tässä raportissa käsitellään jonkin verran myös itse laskentamenetelmää ja sen muutosta. Menetelmän 16.11.2018 julkaistuun versioon viitataan raportissa vuoden 2018 versiona, ja 30.8.2019 julkaistuun versioon vuoden 2019 versiona.

Varsinaisen raja-arvo-ohjauksen asettamisen vaikutuksia on arvioitu aiemmassa VTT:n selvityksessä ”Rakennuksen khk-päästöjen ohjauksen vaikutusten arviointi” (Häkkinen & Vares 2018). Eräs selvityksen keskeisistä johtopäätöksistä oli, että merkittäviä säästöjä rakennuskannan päästöissä saavutetaan ainoastaan siten, että ”ohjaus kohdistuu lähes koko rakennuskantaan ja että huomattava osa toimijoista joutuu tekemään kohtalaisen merkittäviä muutoksia” (Häkkinen & Vares 2018; s. 59). Lisäksi raja-arvon ja sen asteittaisen tiukentamisen tulisi ohjata rakentamista uusille urille sekä rakennusmateriaalien että energiaratkaisujen osalta: ”Merkittävä rakentamiseen liittyvä säästöpotentiaali voidaan saavuttaa vain tekemällä merkittävää kehittämistä sekä materiaalien että energiaratkaisujen suhteen ei pelkällä nykytuotteiden valinnalla” (Häkkinen & Vares 2018; s. 60).

TALO-hankkeessa fokus oli suppeampi kuin VTT:n selvityksessä: hankkeessa arvioitiin selviä rakennusten hiilijalanjäljen pienentämiseen tähtäviä ohjauskeinoja, joita voitaisiin ottaa käyttöön raja-arvo-ohjauksen lisäksi. Vaikka varsinainen raja-arvo-ohjaus on suositeltu kohdistettavaksi (lähes) koko rakennuskantaan, on TALO-hankkeessa nähty perustelluksi tarkastella vain asuinkerrostaloille suunnattuja ohjauskeinoja. Kuten luvussa 3.1 on todettu, uudet pientalot ovat rakentamistavaltaan jo pääosin suhteellisen vähähiilisiä: niiden yleisin päärakennusmateriaali on puu ja yleisin lämmitysmuoto maalämpö. Tarkasteltavat ohjauskeinot päätettiin siis rajata asuinkerrostaloihin, joissa edelleen yleisin päärakennusmateriaali on betoni ja yleisin lämmitysmuoto kaukolämpö. Toisaalta kuten luvussa 3.1 todetaan, uusien asuntojen keskimääräinen koko on pientaloissa lähes kolme kertaa suurempi kuin kerrostaloissa. Asumisen per capita -hiilipäästöt asumismuodoittain olisivat tärkeä ja mielenkiintoinen lisäselvityksen kohde, johon ei kuitenkaan voida tässä selvityksessä paneutua.

Myös uusien toimistorakennusten yleisin lämmitysmuoto on kaukolämpö ja pinta-alan perusteella tarkastellen betoni on yleisin rakennusmateriaali. Varsinainen kvantitatiivinen

ohjauskeinojen arviointi suoritettiin kuitenkin vain asuinkerrostaloille. Toimistorakennuksiin liittyviä erityiskysymyksiä tarkasteltiin hankkeen kuluessa laadullisesti ja toimistorakentamiseen liittyviä ohjauskeinoja pyrittiin myös arvioimaan määrällisesti. Toimistorakentamisen vähähiilistä ratkaisusta ja etenkin niiden nykykustannuksista oli kuitenkin saatavilla hyvin niukasti aineistoa arvioinnin pohjaksi. Arvioinnin ensimmäisessä vaiheessa asiaa mutkisti se, että hiilijalanjälkilaskentamenetelmän versiossa 16.11.2018 toimistorakennuksia arvioitiin eri tarkasteluajanjaksolla (75 vuotta) kuin asuinrakennuksia (50 vuotta). Menetelmän seuraavassa versiossa (30.8.2018) tarkasteluajaksi otettiin kaikille rakennustyypeille tavoitekäyttökä, mikä teki toimistorakennusten ja asuinkerrostalojen keskinäisestä vertailusta suoraviivaisempaa. Tavoitekäyttöä huomioiminen toi taloudellisten ohjauskeinojen arviointiin lisähaasteita, joita käsitellään alaluvussa 3.4. Koska toimistorakentamiseen liittyvän kustannusaineiston saaminen oli ollut ongelmallista jo ennen tavoitekäyttöä vaikutuksen huomioimistakin, toimistorakennuksiin liittyvien ohjauskeinojen arviointi päätettiin lopulta rajata työn ulkopuolelle.

Mikäli uusille asuinkerrostaloille suunnitellaan vähähiiliseen rakentamiseen kannustava taloudellinen ohjauskeino raja-arvo-ohjauksen lisäksi, tämän ohjauskeino tulee olla jollakin tavalla sidoksissa tulevaan hiilijalanjäljen määräystasoon. Hiilijalanjäljen määräystason raja-arvot eivät luonnollisestikaan ole vielä tiedossa laskentamenetelmän valmisteluvaiheessa, muun muassa siksi, että laskentamenetelmän edellyttämää yhtenäistä päästötietokantaa eri rakennusmateriaaleille ei vielä ole olemassa. Myös rakennuksen elinkaaren eri vaiheita kuvaavat vakioarvot ja eri energiamuotojen päästökertoimet saattavat menetelmän kehityksen kuluessa muuttua. Ympäristöministeriö käynnisti elokuussa 2019 rakennusten hiilijalanjäljen arviointimenetelmän ensimmäisen koekäytön yhdessä Green Building Council Finlandin kanssa¹³. Ensimmäisessä koekäyttövaiheessa pyritään saamaan tietoa menetelmän käytettävyydestä ja soveltuvuudesta rakennussuunnittelun eri vaiheisiin. Kun laskentamenetelmää ja siihen liittyviä työkaluja on ensimmäisen koekäyttövaiheen perusteella mahdollisesti hiottu, ja rakennusmateriaalien päästötietokanta on ainakin luonnosvaiheessaan saatavilla, ympäristöministeriö käynnistää menetelmän seuraavan koekäyttövaiheen. Tällöin laskentamenetelmän ja päästötietokannan tulisi olla jo niin valmiita, että koekäytön kakkosvaiheessa voidaan alkaa kerryttää tietoa todellisten rakennushankkeiden hiilijalanjäljestä. Tällä tavalla saadaan tarkennettua sitä, mille tasolle uuden rakennuksen hiilijalanjälki nykyisellä rakentamisen tavalla asettuu, ja tämä tieto puolestaan ohjaa tulevan raja-arvon asettamista.

Vaikka tulevat raja-arvon tasot eivät siis ole likimainkaan tiedossa, TALO-hankkeessa jouduttiin tekemään alustavia laskennallisia oletuksia siitä, mikä hiilijalanjäljen määräystaso voisi olla. Muutoin TALO-hankkeessa tehty taloudellinen arviointi ei olisi ollut

13 Ks. <https://elinkaarilaskenta.fi>

mahdollista. Tässä esitetty raja-arvojen tarkastelu on suoritettu ympäristöministeriön päivitetyllä menetelmällä, joka on julkaistu 30.8.2019. Menetelmää ei referoida tässä kaikkine yksityiskohtineen ja perusteluineen, sillä se on dokumentoitu kattavasti ympäristöministeriön julkaisusarjassa (Ympäristöministeriö 2019).

Pääkohdittain kuvaten raja-arvot on muodostettu seuraavalla tavalla:

- Rakennuksen elinkaaren eri vaiheet on käsitelty ympäristöministeriön menetelmäluonnoksen rajausten mukaisesti. Moduuleita B1 (tuotteiden käyttö rakennuksessa), B2 (ylläpito) ja B7 (veden käyttö) ei arvioida. Moduuli B5 (laajamittaiset korjaukset) ei sisälly uuden rakennuksen hiilijalanjälkeen, vaan arvioidaan tarvittaessa omana laskelmanaan.
- Tontin muokkauksesta aiheutuva hiilijalanjälkeä ei oteta huomioon laskelmassa. Tämä on rajattu pois ympäristöministeriön menetelmäluonnoksesta, sillä tontin laatu ja perustamisolosuhteet vaihtelevat laajalti, ja huonolla maaperällä perustuksista aiheutuva hiilijalanjälki voi olla merkittävä.
- Elinkaaren ulkopuolisia vaikutuksia (osio D, ”hiilikädenjälki”) ei arvioida tässä yhteydessä.
- Elinkaaren vaiheille A4–A5, B3–B4 (materiaalien tietoja lukuun ottamatta) ja C1–C4 on käytetty menetelmäluonnoksen mukaisia vakioarvoja (ks. taulukko 4). Nämä vakioarvot ovat säilyneet samoina menetelmän 2018 ja 2019 versioissa.
- Rakennusten elinkaaren vaiheille A1–A3 eli rakennusmateriaalien valmistuksen päästötiedoille on käytetty lähteenä VTT:n selvitystä ”Rakennusten khk-päästöjen ohjauksen vaikutusten arviointi” (Häkkinen & Vares 2018). Päätöksen tueksi tarkasteltiin useita olemassa olevia (kotimaisia, joten siksi tässä yhteydessä relevantimmiksi katsottuja) laskelmia erityyppisten rakennusten materiaalien päästöistä (Nykänen ym. 2017; Vares ym. 2017; Ahola & Liljeström 2018; Keskisalo 2019) sekä laadittiin laskennallisia mallirakennuksia Bionova Oy:n One Click LCA -laskentatyökalulla¹⁴. VTT:n selvityksessä käytettyjen materiaalien päästötietojen katsottiin edustavan hyvin myös muista lähteistä peräisin olevien tulosten suuruusluokkaa, ja niiden ottaminen lähtötiedoksi taloudellisten vaikutusten arviointiin tuo jatkuvuutta ja vertailukelpoisuutta TALO-hankkeen sekä VTT:n raja-arvo-ohjauksen vaikutusarviointin kesken. Näiden arvojen käyttäminen myös hyväksyttiin hankkeen johtoryhmässä.
- Puurakenteisen asuinkerrostalon suhteen on tehty oletus, että moduulien A1–A3 päästöt ovat 42 prosenttia pienemmät kuin vastaavalla betonirakenteisella rakennuksella. Tämä perustuu kotimaisiin lähteisiin Nykänen ym. (2017) ja Vares ym.

14 <https://www.oneclicklca.com>

(2017), mutta saman suurusluokan arviota tukee myös kansainvälinen tutkimus aiheesta (esim. Sandanayake ym. 2018; Moschetti ym. 2019).

- Moduuliin A5 sisältyvä työmaan materiaalihävikki on arvioitu Bionovan One Click LCA -työkalun avulla.
- Moduuleissa B3–B4 korjaustöiden aiheuttamat päästöt on vakioitu, mutta korjausmateriaalien päästöt tulee arvioida erikseen. Nämä arviot on tehty tässä selvityksessä Bionovan One Click LCA -työkalun avulla.
- Myös rakennusten energiankulutuksen osalta on hyödynnetty VTT:n selvitystä (Häkkinen & Vares 2018) ja valittu kaukolämpötapauksille vastaavat sähkön ja kaukolämmön kulutukset. Kulutukset vastaavat täsmälleen E-luvun määräystasoa asuinikerrostalolle, joten niiden käyttö perustapauksena on siksikin perusteltua.
- Kaukolämmön ja sähkön päästöprofiilit ovat vuoden 2019 menetelmäversion mukaiset (ks. taulukko 5). Päästöprofiilit ovat muuttuneet vuoden 2018 versiosta.
- Ympäristöministeriön menetelmäluonnoksen 16.11.2018 versiossa asuinrakennuksen elinkaarilaskelman arviointijakso oli 75 vuotta. Menetelmäluonnoksen uudemmassa versiossa arviointijaksona käytetään rakennuksen tavoitekäyttöikä, mikäli tavoitekäyttöikä on määritelty ja se on ohjannut rakennuksen suunnittelua. Mikäli suunnittelun lähtökohtana ei ole käytetty määriteltyä tavoitekäyttöikä, arviointijaksona käytetään 50 vuotta. Tavoitellun käyttöiän vaikutusta rakennuksen hiilijalanjälkeen käsitellään tarkemmin luvussa 3.3.

Taulukko 4. Ympäristöministeriön menetelmäluonnos rakennuksen elinkaaren aikaisen hiilijalanjäljen arvioimiseksi, arvioinnin rajaukset ja laskennassa käytettävät vakioarvot (Ympäristöministeriö 2018a).

Moduuli	Käsittely hiilijalanjäljen laskennassa
A1–A3: Valmistus	Lasketaan hankekohtaisin tiedoin
A4: Kuljetus työmaalle	Lasketaan vakioarvolla 10,20 kg CO ₂ e / m ²
A5: Työmaan toiminnot	Lasketaan vakioarvolla 27,30 kg CO ₂ e / m ²
B1: Tuotteiden käyttö rakennuksessa	Ei arvioida
B2: Ylläpito	Ei arvioida
B3–B4: Korjaukset ja vaihdot	Korjausten energiankulutus lasketaan vakioarvolla 2,16 kg CO ₂ e / m ² , korjaukseen tarvittavien materiaalien tiedot hankekohtaisia
B5: Laajamittaiset korjaukset	Arvioidaan erikseen laajamittaisen korjauksen yhteydessä
B6: Energian käyttö	Lasketaan hankekohtaisin tiedoin
B7: Veden käyttö	Ei arvioida
C1: Purkutyömaan toiminnot	Lasketaan vakioarvolla 7,80 kg CO ₂ e / m ²
C2: Kuljetukset käsittelyyn	Lasketaan vakioarvolla 10,20 kg CO ₂ e / m ²
C3–C4: Jätteenkäsittely ja loppusijoitus	Lasketaan vakioarvolla 15,60 kg CO ₂ e / m ²
D: Elinkaaren ulkopuoliset vaikutukset	Ei yhdistetä hiilijalanjälkilaskelmaan

Taulukko 5. Energiamuotojen päästökertoimet 2020–2120 (Ympäristöministeriö 2019).

Energiamuoto	Päästökerroin g CO ₂ /kWh										
Vuosi	2020	2030	2040	2050	2060	2070	2080	2090	2100	2110	2120
Sähkö	121	57	30	18	14	7	4	2	1	1	0
Kaukolämpö	130	93	63	37	33	22	15	10	7	4	3
Kaukojäähdytys	130	93	63	37	33	22	15	10	7	4	3
Fossiiliset polttoaineet	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260	260
Uusiutuvat polttoaineet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

3.3 Rakennuksen hiilijalanjälki ja määräystason raja-arvon valinta tarkastelujaksolle 50 vuotta

Mikäli rakennukselle ei ole määritelty tavoitekäyttöikä ohjaamaan rakennuksen suunnittelua, elinkaarisen hiilijalanjäljen tarkasteluajanjaksoksi tulee valita 50 vuotta. Taulukossa 6 on esitetty hiilijalanjälkitarkastelu 50 vuoden tarkasteluajalla luvussa 3.2 kuvattujen rajausten ja lähtötietojen mukaisesti. Betonirakenteiselle ja kaukolämpitteiselle asuinkerrostalolle, jonka energiatehokkuus on määräystason mukainen, hiilijalanjäljeksi saadaan 879 kg CO₂e/m² koko 50 vuoden tarkasteluajalle, eli 17,6 kg CO₂e/m² vuosi. Puurakenteisena vastaavan talon hiilijalanjälki olisi 715 kg CO₂e/m² 50 vuoden tarkasteluajalle eli 14,3 kg CO₂e/m² vuosi. Puurakenteinen asuinkerrostalo, jonka päälämmitysmuoto on maalämpö, saavuttaisi hiilijalanjäljen 491 kg CO₂e/m² 50 vuoden tarkasteluajalle, eli 9,8 kg CO₂e/m² vuosi.

Jotta raja-arvo-ohjaus olisi vaikuttava, sen tulisi saada aikaan muutoksia nykyisin vallalla olevaan rakentamisen tapaan. Raja-arvoa on myös syytä tiukentaa sitä mukaa kun rakentamisen vallitsevat käytännöt muuttuvat vähähiilisemmiksi. Toisaalta ensi vaiheessa raja-arvo tulisi voida saavuttaa jo nykyisin saatavilla olevilla keinoilla tai teknologioilla. Se ei myöskään saisi asettaa rakennuksia sikäli epätasa-arvoiseen asemaan keskenään, että esimerkiksi tietyillä alueilla raja-arvon alittamiseen tarvittavat toimenpiteet eivät olisi mahdollisia.

Tällä logiikalla TALO-hankkeessa on arvioitu, että mikäli tarkasteluajanjakso on 50 vuotta, ensi vaiheessa määräystason raja-arvo voisi olla **15 kg CO₂e/m² vuosi**. Tällöin kaukolämmön piirissä oleva puurakenteinen asuinkerrostalo läpäisisi raja-arvon, vaikka energiatehokkuus olisi määräystasolla. Toisaalta jos betonirakenteisessa kaukolämpötalossa lämmitysjärjestelmänä olisi maalämpö, raja-arvo alittuisi helposti. Yhdistelmällä puurakenne ja maalämpö päästäisiin jo hyvinkin alhaiseen hiilijalanjälkeen. Maalämpöjärjestelmän vuosihyötysuhteen on tässä oletettu olevan 3,3 ja tarkastelu on vain suuntaa-antava. Kaukolämmön korvaavana päälämmitysjärjestelmänä voisi maalämmön sijasta todennäköisesti olla esimerkiksi ilma-vesilämpöpumppu sopivalla tukilämmitysmuodolla täydennettynä, ja edelleen päästäisiin

kaukolämpötaloa merkittävästi pienempiin hiilijalanjälkilukemiin. Tässä työssä ei kuitenkaan ole mahdollista tai tarkoituksenmukaista laatia kovin yksityiskohtaisia arvioita eri lämmitysjärjestelmillä varustetun rakennuksen hiilijalanjäljistä, sillä tämän tyyppistä tietoa kerätään ympäristöministeriön menetelmän koekäytössä todellisista rakennuskohteista. Tässä esitetty karkea tarkastelu auttaa hahmottamaan, mitä suuruusluokkaa hiilijalanjäljen raja-arvo voisi olla ensi vaiheessaan, ja minkä tyyppisillä ratkaisuilla se on mahdollista saavuttaa.

Kaikkiin rakennuksiin ei ole mahdollista asentaa maalämpöjärjestelmää tontin ominaisuuksien vuoksi (esimerkiksi tiiviisti rakennettu keskusta-alue), eikä välttämättä myöskään valita päärakennusmateriaaliksi puuta (kaavamääräykset). Myös kaukolämmitteisen ja betonirakenteisen rakennuksen tulisi siis olla mahdollista alittaa raja-arvo, ainakin raja-arvo-ohjauksen ensi vaiheissa. Jotta rakentamisen tapa muuttuisi vähähiilisemmäksi myös näiden rakennusten osalta, kaukolämmön piirissä olevan betonirakennuksen tulisi parantaa energiatehokkuuttaan ja mahdollisesti myös materiaalitehokkuuttaan merkittävästi, jotta se alittaisi raja-arvon. Kuten taulukosta 6 nähdään, betonirakenteinen kaukolämpörakennus alittaisi raja-arvon, mikäli sen käytönaikaiset päästöt pienisivät 38 prosenttia, tai mikäli rakennusmateriaalien ja rakennusvaiheen päästöt pienenisivät 10 prosenttia ja samalla käytönaikaisen energian päästöt pienenisivät 25 prosenttia. Nykyisilläkin rakentamisen teknologioilla tällainen kiristys on asiantuntija-arvion mukaan saavutettavissa, vaikkakin se merkitsisi muutosta tavanomaiseen rakentamisen tapaan. Tämänhän juuri tulisikin olla raja-arvon asettamisen tarkoitus: muuttaa rakentamista vähähiilisemmäksi. Raja-arvosääntelyn vallitessa ei siis enää voitaisi rakentaa nykyisin tyypillisiä asuinkerrostaloja (betonirakenne, kaukolämpö, energiatehokkuus määräytason mukainen), vaan joko päärakennusmateriaalin tai päälämmitysjärjestelmän tulisi muuttua, tai vaihtoehtoisesti energia- ja materiaalitehokkuuden parantua merkittävästi.

On syytä korostaa, että raja-arvo $15 \text{ kg CO}_2\text{e/m}^2$ vuosi ei ole TALO-hankkeen tutkimusryhmän suositus tai arvio realistisesti nykykeinoin saavutettavissa olevasta tavoitetasosta asuinkerrostalolle. Tässä selvityksessä sitä käytetään arviona sellaisesta sääntelyn tasosta, jolla saataisiin käyntiin muutoksia nykyisessä uusien asuinkerrostalojen rakennustavassa. Päästövähennyksen kiireellisyyden vuoksi tiukempikin raja-arvo voisi olla perusteltu, ja raja-arvo-ohjauksen toteutuessa raja-arvoa tulisi myös kiristää riittävän nopeasti ja riittävän paljon, jotta rakennuskannan päästövähennyksissä päästään Pariisin sopimuksen mukaiselle tavoiteuralle. Itse asiassa raja-arvoa tulee kiristää säännöllisesti jo senkin vuoksi, että sähkön ja kaukolämmön päästöt pienenevät menetelmässä voimakkaasti jo lähivuosina ja -vuosikymmeninä, ja niin ollen rakennuksen hiilijalanjälki pienenee jo rakentamisajankohdan mukaan. Tässä tarkastelussa hiilijalanjäljet on laskettu olettaen, että rakennus rakennetaan vuonna 2025, eli samaan aikaan kun raja-arvosääntelyn on tarkoitus tulla voimaan.

Soveltuvan raja-arvon tason karkeakin arviointi kuitenkin mutkistuu huomattavasti, kun otetaan rakennuksen tavoitekäyttöikä huomioon. Tätä käsitellään luvussa 3.4.

Taulukko 6. Asuinkerrostalojen hiilijalanjälkiä arvioituna luvussa 3.2 kuvatulla tavalla, tarkasteluajanjaksona 50 vuotta. Ympäristöministeriön menetelmän antamat vakioarvot lihavoitu.

Moduuli		Betonirakenteinen asuinkerrostalo, kaukolämpö, E-luku määräystasolla kgCO ₂ e/m ²	Puurakenteinen asuinkerrostalo, kaukolämpö, E-luku määräystasolla kgCO ₂ e/m ²	Betonirakenteinen asuinkerrostalo, maalämpö, E-luku määräystasolla kgCO ₂ e/m ²	Betonirakenteinen asuinkerrostalo, kaukolämpö, energian päästöt -38% kgCO ₂ e/m ²	Betonirakenteinen asuinkerrostalo, kaukolämpö, energian päästöt -25%, materiaalien päästöt -10% kgCO ₂ e/m ²	Puurakenteinen asuinkerrostalo, maalämpö kgCO ₂ e/m ²
A1	Raaka-aineen hankinta						
A2	Kuljetus valmistukseen						
A3	Tuotteen valmistus	440	255,2	440	440	396	255,2
A4	Kuljetus työmaalle	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
A5	Työmaatoiminnot, energia	27,3	27,3	27,3	27,3	27,3	27,3
A5	Työmaan materiaalihävikki	13	12	13	13	13	12
B3 + B4	Korjaus + osien vaihto, energia	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16
B3 + B4	Korjaus + osien vaihto, materiaalit	10,5	32	10,5	10,5	10,5	32
B6	Energian käyttö 50 v.	342,53	342,53	118,17	212,37	256,9	118,17
C1	Purkaminen	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
C2	Kuljetukset	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
C3 + C4	Purkujätteen käsittely + loppusijoitus	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6
	<i>Hiilijalanjälki kgCO₂e/m² tarkasteluajanjaksolla (50 v.)</i>	<i>879,29</i>	<i>714,99</i>	<i>654,93</i>	<i>749,13</i>	<i>749,66</i>	<i>490,63</i>
	<i>Hiilijalanjälki kgCO₂e/m² vuosi</i>	<i>17,59</i>	<i>14,30</i>	<i>13,10</i>	<i>14,98</i>	<i>14,99</i>	<i>9,81</i>

3.4 Tavoitekäyttöiän vaikutus rakennuksen hiilijalanjälkeen ja määräystason raja-arvon valintaan

Taulukossa 6 elinkaarisia hiilijalanjälkiä on tarkasteltu 50 vuoden tarkastelujaksolla. Taulukossa ei ole vielä huomioitu sitä, että ympäristöministeriön menetelmän päivitetystä versiossa rakennuksen hiilijalanjälki jaetaan 50 vuoden sijasta tavoitekäyttöiällä, mikäli tavoitekäyttöikä on käytetty suunnittelun lähtökohtana. Taulukon 7 avulla havainnollistetaan tavoitekäyttöiän merkittävää vaikutusta hiilijalanjälkeen ja määräystason raja-arvon valintaan. 50 vuoden tarkasteluaikajaksolla saatiin tulos, että rakentamista vähähiilisemmäksi ohjaava määräystason raja-arvo olisi suuruusluokkaa 15 kg CO₂e/m² vuosi. Taulukosta 7 nähdään, että mikäli rakennuksen tavoitekäyttöikä ja siten myös hiilijalanjälkilaskennan tarkastelujakso olisi 100 vuotta, jopa nykyrakentamisen mukainen betonirakenteinen kaukolämpökerrostalo alittaisi raja-arvon kirkkaasti (9,6 kg CO₂e/m² vuosi). 50 vuoden tarkasteluajalle asetettu raja-arvo käytännössä menettää merkityksensä, kun rakennuksen tavoitekäyttöikä pitenee: ohjaava vaikutus menetetään materiaalien, päälämmitysjärjestelmän ja energiatehokkuuden osalta.

Ympäristöministeriön menetelmäohjeen versiossa 2019 ei täsmennetä, mitä merkitsee tavoitekäyttöiän käyttäminen suunnittelun lähtökohtana. Tämän hankkeen erääksi keskeiseksi tutkimustehtäväksi onkin muodostunut sen selvittäminen, mikä on rakentamisen asiantuntijoiden käsitys rakennuksen tavoitekäyttöiän roolista rakennushankkeessa. Ennen kaikkea selvitys on kohdistunut siihen, mitä tietyn käyttöiän tavoittelu merkitsee rakennushankkeessa materiaalivalintojen kannalta ja minkälainen vaikutus tällä on hankkeen investointikustannuksiin. Asiantuntijahaastattelujen kooste esitellään seuraavassa tietolaatikossa.

Taulukoita 6 ja 7 vertaamalla sekä asiantuntijahaastattelujen perusteella tutkimusryhmä arvioi, että rakennusten tavoitekäyttöiän sisällyttäminen hiilijalanjälkilaskentaan sekä heikentää varsinaisen raja-arvo-ohjauksen toimivuutta että vaikeuttaa taloudellisten lisäkannustimien vaikuttavuuden arviointia. Rakennuksen tavoitekäyttöiän vaikutusta on ensiksi-kin vaikeaa arvioida muille tavoitekäyttöiälle kuin 50 ja 100 vuodelle, sillä juurikaan muita tavoitekäyttöikä ei ole nykyisellään käytössä, ja näistäkin 100 vuoden tavoitekäyttöikä on harvinaisen. Tavoitekäyttöiän nostamisella 50 vuodesta 100 vuoteen on erittäin voimakas laskennallinen vaikutus rakennuksen hiilijalanjälkeen. Käytönaikaisen energiankulutuksen päästöt eivät merkittävästi kasva, kun tarkasteluaikaa pidennetään 50 vuodesta 100 vuoteen, sillä energiantuotannon päästöjen oletetaan laskevan voimakkaasti tulevaisuudessa. Käyttöiän pidentämisen vaikutusta rakennusvaiheen päästöihin on puolestaan vaikeaa arvioida edes asiantuntijahaastattelujen avulla; tässä on käytetty arviota 5 prosentin kasvu rakennusaikaisissa päästöissä (rakennustyömaa ja materiaalit), kun tavoitekäyttöikä nostetaan 50 vuodesta 100 vuoteen. Vaikka käyttöiän pidennys kasvattaa näillä oletuksilla jonkin verran sekä käytönaikaisen energiankulutuksen kokonaiskertymää että

rakennusmateriaalien päästöjä, tästä huolimatta tavoitekäyttöään kasvattaminen 50 vuodesta 100 vuoteen lähes puolittaa hiilijalanjäljen. Tämä aiheuttaa sen, että 50 vuoden tarkasteluajalle soveltuvat raja-arvot, jotka saisivat aikaan muutoksia rakentamisen tavassa, menettävät ohjaavuutensa täysin 100 vuoden tarkasteluajalla.

Tavoitekäyttöillä jakaminen on ongelmallista myös päästövähennysten kiireellisyyden näkökulmasta. Nykymuodossaan hiilijalanjälkilaskentamenetelmä ei sisällä minkäänlaista diskonttausta tai painottamista, eli se arvottaa kaukanakin tulevaisuudessa tapahtuvat päästövähennykset yhtä arvokkaiksi kuin elinkaaren alkuvaiheessa tapahtuvat. Tulisi kuitenkin ottaa huomioon, että rakentamisen alkuvaiheessa tapahtuvilla päästöillä on ilmakehää lämmittävä vaikutus, joka ulottuu rakentamisajanhetkeä kauemmas tulevaisuuteen. Lisäksi rakennuksen elinkaaren loppupäähän liittyvät päästövähennysmahdollisuudet ovat hyvin spekulatiivisia: sellaisia rakennuksen elinkaaren loppupäähän liittyviä ilmasto-hyötyjä, jotka mahdollisesti toteutuvat vaikkapa 100 vuoden päästä, ei ilmastonmuutoksen hillinnän näkökulmasta voida pitää yhtä arvokkaina kuin varmemmin toteutuvia päästövähennyksiä rakennuksen elinkaaren alkuvaiheessa. Eräs vaihtoehto menetelmän kehittämiseksi olisi hiilijalanjälkilaskelman painottaminen. Tämä voisi tapahtua esimerkiksi siten, että vuoden 1 päästöjen kerroin olisi 1, vuoden 2 kerroin 0,99 ja niin edespäin, kunnes vuonna 100 päästäisiin kertoimeen 0. Tämän pidemmälle tarkastelua ei tulisi myöskään ulottaa, eli rakennuksen elinkaaren tarkastelu aika tulisi joka tapauksessa rajoittaa 100 vuoteen. Tällainen painottaminen kuitenkin tekisi menetelmästä vaikeaselkoisemman, ja voisi mahdollisesti heikentää sen hyväksyttävyyttä.

Taulukko 7. Asuinkerrostalojen hiilijalanjälkiä arvioituna luvussa 3.2 kuvatulla tavalla, tarkasteluajanjaksona 100 vuotta. Ympäristöministeriön menetelmän antamat vakioarvot lihavoitu.

Moduuli		Betonirakenteinen asuinkerrostalo, kaukolämpö, E-luku määräystasolla kgCO ₂ e/m ²	Puurakenteinen asuinkerrostalo, kaukolämpö, E-luku määräystasolla kgCO ₂ e/m ²	Betonirakenteinen asuinkerrostalo, maalämpö, E-luku määräystasolla kgCO ₂ e/m ²	Betonirakenteinen asuinkerrostalo, kaukolämpö, energian päästöt -38% kgCO ₂ e/m ²	Betonirakenteinen asuinkerrostalo, kaukolämpö, energian päästöt -25%, materiaalien päästöt -10% kgCO ₂ e/m ²	Puurakenteinen asuinkerrostalo, maalämpö kgCO ₂ e/m ²
A1	Raaka-aineen hankinta						
A2	Kuljetus valmistukseen						
A3	Tuotteen valmistus	462	267,96	462	462	415,8	267,96
A4	Kuljetus työmaalle	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
A5	Työmaatoiminnot, energia	27,3	27,3	27,3	27,3	27,3	27,3
A5	Työmaan materiaalihävikki	13	12	13	13	13	12
B3 + B4	Korjaus + osien vaihto, energia	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16
B3 + B4	Korjaus + osien vaihto, materiaalit	23	89	23	23	23	89
B6	Energian käyttö 50 v.	390,92	390,92	125,60	254,10	301,01	125,60
C1	Purkaminen	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
C2	Kuljetukset	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
C3 + C4	Purkujätteen käsittely + loppusijoitus	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6
	<i>Hiilijalanjälki kgCO₂e/m² tarkasteluajanjaksolla (50 v.)</i>	<i>962,18</i>	<i>833,14</i>	<i>696,86</i>	<i>825,36</i>	<i>826,07</i>	<i>567,82</i>
	<i>Hiilijalanjälki kgCO₂e/m² vuosi</i>	<i>9,6</i>	<i>8,3</i>	<i>7,0</i>	<i>8,3</i>	<i>8,3</i>	<i>5,7</i>

TAVOITEKÄYTTÖIKÄÄ KOSKEVAT ASiantuntijanäkemykset

TALO-hankkeessa haastateltiin 11 rakentamisen, rakenteiden, rakennusmateriaalien ja rakennus-suunnittelun ammattilaista. He edustivat tutkimusta (3 haastateltavaa), edunvalvojia (2 haastateltavaa), rakennusvalvontaa (2 haastateltavaa) ja liike-elämää (4 haastateltavaa). Asiantuntijoiden nimet ja asemat on lueteltu liitteessä 3. Seuraava kooste rakennusten suunnittelun käyttöön vaikutuksista perustuu näihin haastatteluihin ja on laadittu siten, ettei lausumia voida yksilöidä yksittäiseen asiantuntijaan.

Mikä määrää tavoitekäyttöään? Suomessa tyypillinen suunniteltu käyttöikä asuinkerrostaloille on 50 vuotta, mutta harvinaisissa tapauksissa käyttöikä suunnitellaan 100 vuoteen. Suunniteltu käyttöikä voidaan perustaa useaan eri tekijään. Taustalla vaikuttavat muun muassa rakennusmääräykset, kaavoitus, tilaajan tarpeet, kustannukset, suunnittelun laatu ja rakennuksen käyttötarkoitus. Yleisesti ottaen suunniteltujen käyttöikien vertaileminen on haastavaa. Esimerkiksi perustukset suunnitellaan yleensä kestävämmän vähintään 100 vuotta, mutta pintamateriaalien kestävyys on usein lyhytikäistä. Toisaalta pintamateriaalit vaihdetaan pääosin kuitenkin ennen niiden kulumista, koska trendien muuttuessa ne voidaan kokea epäajanmukaisiksi. Vain osasta rakennusmateriaaleja on olemassa varsinaisia käyttöikäennusteita, ja näistäkin osa perustuu haastateltavien mukaan puhtaasti arvioihin.

Mitä huomioita esitettiin betonirakentamisesta? Betonirakentamisessa suunnitellun käyttöön pidentäminen vaatii ruostumattomasta teräksestä tehtyjä raudoituksia. Lisäksi rakenteiden suojaetäisyydet kasvavat ja lujuusvaatimuksissa voi tulla tiukennuksia. Betonirakentamisessa suunniteltu käyttöikä perustuu käytännössä ulkorakenteiden suunniteltuun käyttöikään. Tähän vaikuttaa ulkorakenteissa käytetyn betonin huokosrakenne ja suojakerroksen paksuus ja teräksen (musta tai ruostumaton teräs) laatu. Vaikka nykyään tyypillinen suunniteltu käyttöikä betoniasuinkerrostaloille on 50 vuotta, osa haastateltavista kertoi että ruostumaton teräs on tällä hetkellä pääosin käytössä ulkorakenteissa Suomessa. Yksi haastateltava taas arveli, että ruostumatonta terästä käytetään ulkorakenteissa tällä hetkellä noin neljänneksessä uusista betoniasuinkerrostaloista. On hyvä muistaa, että 50 vuoden suunniteltu käyttöikä betonikerrostaloissa ei tarkoita rakennuksen purkukuntoisuutta 50 vuoden kohdalla vaan sitä, että rakennuksen ulkorakenteille tulee todennäköisesti silloin tehdä laaja peruskorjaus. Toisaalta pidemmän käyttöön rakennukselle pitää tehdä huoltotoimenpiteitä ja useita korjauksia, jotta se kestää suunnitellut sata vuotta. Mikäli rakennuksen betonirunko on asianmukaisesti rakennettu, sisäolosuhteet ovat vakaat ja ulko-osia huolletaan tarpeen mukaan, rakennus voi haastateltujen mukaan kestää merkittävästi kauemminkin kuin 100 vuotta, vaikka taloa ei olisi alun alkaen erikseen suunniteltu pitkäikäiseksi.

Haastateltavien mukaan 50 vuoden suunnitellun käyttöön ulkorakenteet voivat olla hyvinkin ympäristöystävällisiä suhteessa 100 vuoden rakenteisiin, jos ulkorakenteet on suunniteltu niin, että ne on helppo vaihtaa ja kierrättää. Ulkorakenteissa käytetyn betonin laatuun vaikuttaa tosi-asiallisesti laskennallista lujuutta enemmän haastateltavien mukaan betonin valmistuksen laatu: hyvin tehty ”50 vuoden betoni” on kestävämpää kuin huonosti tehty ”100 vuoden betoni”. Vielä tätäkin suurempi merkitys on satunnaisilla ja huonosti ennustettavilla tekijöillä, kuten vesivahingoilla, tulipaloilla, tontin puilla ja ilmansaasteilla.

Mitä huomioita esitettiin puurakentamisesta? Puurakentamisessa rakentamisen ratkaisut tulee tehdä harkiten ja ympäristötekijöihin on kiinnitettävä erityishuomiota. Esimerkiksi puu-parvekeratkaisujen tai puuverhouksen käyttö vaativissa olosuhteissa (kuten meren läheisyydessä) ei välttämättä ole erityisen kestävä tai pitkäikäinen ratkaisu. Yhtenä haasteena esiin nousi myös neopreenin käyttö puurakenteiden välisenä äänieristeenä, sillä neopreenin käyttöikä voi olla vain 30 vuotta ja sen vaihto on jälkikäteen mahdotonta. Yleisesti puuta pidettiin kuitenkin oikein käytettynä erittäin pitkäikäisenä rakennusmateriaalina. Puurakentamisessa perustusten ja vesikatteen hyväkuntoisuus korostuu entisestään tavoiteltaessa pitkäikäisyyttä. Haasteena puukerrostalorakentamisessa nähtiin markkinoiden kehittymättömyys ja kokemuksen puute. Puurakentamiseen liitetään muun muassa betonirakentamista korkeampia riskejä, sillä erilaisten käyttötilanteiden kohtaamisesta, ongelmista ja korjaamisesta ei ole tarpeeksi kokemusta puurakentamisessa. Betonirakentaminenkaan ei toisaalta ole ongelmattonta, mutta siinä haasteet osataan ennakoida paremmin ja erilaisista huolto- ja korjaustilanteista on kokemusta. Yleisesti haastatteluissa korostettiin, että rakentamisessa täytyy aina valita oikeat materiaalit ja ratkaisut oikeaan paikkaan. Osa haastateltavista suosittelee hakemaan esimerkkiä sellaisista rakenteista ja materiaaleista, joista on jo osoitetusti tietoa pitkältä käyttöajalta. Yksinkertaiset ja perinteiset massiivirakenteet, kuten tiili ja puu, ovat osoittaneet toimivuutensa.

Mikä vaikutus tavoitekäyttöiällä on materiaalivalintoihin ja rakentamisen kustannuksiin? Asuinkerrostalojen suunnitellulla käyttöiällä on vaikutusta rakentamisen kustannuksiin ja jonkun verran myös materiaalien kulutukseen ja tätä kautta päästöihin. Betonirakentamisessa haastateltavat arvioivat vaikutusten olevan koko rakennusprosessiin nähden suhteellisen pieniä. Puurakentamisessa vaikutukset arvioitiin hieman betonirakentamista korkeammiksi. Molempien rakennustapojen kohdalla materiaalikulutuksen arvioidaan kasvavan ja laadullisten vaatimusten tiukentuvan. Useat haastateltavat eivät kuitenkaan kyenneet esittämään tarkkoja määrällisiä arvioita materiaalien kulutuksen kasvusta rakennuksen tavoitekäyttöikää kasvatettaessa, vaan korostivat ratkaisujen tapauskohtaisuutta. Mikäli suunniteltua käyttöikää nostetaan 50 vuodesta 100 vuoteen, korkein haastateltavan esittämä arvio materiaalien kulutuksen noususta oli viiden prosentin luokkaa. (Tätä arviota on käytetty myös moduulin A1–A3 päästöjen arvioinnissa taulukossa 7.) Sikäli kun asiantuntijat kykenivät antamaan arvioita materiaalikustannusten noususta, nämä arviot puolestaan vaihtelivat promilleista noin viiteen prosenttiin. Toisaalta pitkäikäisyyteen tähtäävä rakentaminen voi olla työvoimavaltaisempaa ja hitaampaa toteuttaa, mikä vaikuttaa hankkeen kokonaiskustannuksiin materiaalikustannusten ohella. Kaiken kaikkiaan noin puolet haastateltavista piti vaikeana tai mahdottomana antaa määrällistä arviota siitä, paljonko rakennuksen käyttöiän nostaminen 50 vuodesta 100 vuoteen kasvattaa hankkeen kokonaiskustannuksia. Annetut arviot puolestaan vaihtelivat hyvin paljon: korkein arvio oli 15–20%, ja matalimmat arviot ”promilletasoa” tai ”ei juurikaan vaikutusta”.

Toteutuuko tavoitekäyttöikä? Yksi tärkeimmistä haastatteluissa esiin nousseista havainnoista on se, että haastateltavien mukaan suunnitellulla käyttöiällä ei välttämättä ole mitään tekemistä todellisen käyttöiän kanssa. ”50 vuoden” asuinkerrostaloa voidaan huoltaa ja korjata kestävästi pitkään ja toisaalta ”100 vuoden” asuinkerrostalon materiaalien kestävydestä ei ole mitään takeita. Haastattelussa nousi esiin, että yleisimmät syyt purkaa asuinkerrostalo ovat rakennuksen huonokuntoisuus, tontin rakennusta suurempi arvo ja/tai rakennuksen vanhanaikaisuus. Tyypillisessä tapauksessa rakennus koetaan toiminnallisuudeltaan tai ulkonäöltään liian vanhanaikaiseksi. Pääkaupunkiseudulla puretaan tällä hetkellä eniten asuinkerrostaloja. Näissä tilanteissa

rakennus on tyypillisesti vanhanaikainen ja näin ollen arvoltaan tonttinsa arvoa alhaisempi. Puretun asuinkerrostalon tilalle rakennetaan tyypillisesti pääkaupunkiseudulla nykyaikainen suurempi asuinkerrostalo. Rakennus- ja huoneistorekisterin mukaan tällä hetkellä purettavien asuinkerrostalojen keski-ikä on 62 vuotta (Huuhka & Lahdensivu 2016). Tästä puuttuvat luonnollisesti ne rakennukset, joita ei purettu eli tämä ei kerro rakennusten keskimääräisestä käyttöiästä.

Miten tavoitekäyttöikää valvotaan? Haastatteluissa selvitettiin myös rakennusvalvonnan resursseja ja keinoja valvoa käyttöikäasiaa. Tällä hetkellä rakennusvalvonnan tehtäviin kuuluu valvoa, että rakennushanke täyttää lain ja asetusten vaatimukset ja on kaavaan sopiva. Rakennusvalvonta keskittyy mm. tarkastamaan paloturvallisuusasiat, asumiskriteerien täyttymisen (kuten esteettömyys) ja rakenteellisen turvallisuuden. Rakennusvalvonta huolehtii myös siitä, että rakennushankkeeseen ryhtyvällä on riittävän kelvolliset asiantuntijat (suunnittelijoiden pätevyys). Kaiken kaikkiaan käyttöiän valvominen todettiin haastatteluissa suhteellisen haastavaksi tehtäväksi niin resurssien kuin todentamisenkin kannalta. Käytännössä suunnitellun käyttöiän toteutumisen todentamista pidettiin lähes mahdottomana. Yhtenä mahdollisuutena käyttöiän todentamisessa ehdotettiin objektiivisen ja asiantuntevan valvojan käyttöä vaatimusten rakennushankkeiden tarkastuksessa. Haastatteluissa myös huomautettiin, että rakennusvalvonta ei voi edellyttää rakennushankkeissa lakia enempää. Rakennusvalvonta voi toki suosittelaa normiminimiä parempia ratkaisuja suunnitteluvaiheessa, mutta yleisesti rakennusvalvonnan rooli on hyvin ylimalkainen. Rakennusvalvontojen välillä on myös paljon eroja osaamistasossa ja resursseissa, joka hankaloittaa osaltaan käyttöiän tai hiilijalanjälkilaskennan valvontaa (Rakennustarkastusyhdistys RTY ry 2017).

Kaikki tavoitekäyttöiän pidentämiseen liittyvät ongelmat eivät ole ratkaistavissa pelkällä päästöjen painottamisella tai diskonttauksella. Kuten asiantuntijahaastatteluista kävi ilmi, myös käyttökuntoisia rakennuksia voidaan purkaa – ja puretaankin – mikäli ne esimerkiksi koetaan epäajanmukaisiksi tai arvotontille halutaan rakentaa uusi rakennus. Mikäli hiilijalanjälkilaskenta palkitsee pitkistä tavoitekäyttöiästä, käyttöiän pidennys otetaan mahdollisesti rakennussuunnittelussa lähtökohdaksi. Mikään ei kuitenkaan takaa sitä, että tavoiteltu pitkä käyttöikä toteutuu: ainakaan rakennusmateriaalien pitkäikäisyyteen liittyvät valinnat eivät tätä varmista. Rakennusvalvonnan on myös erittäin vaikeaa valvoa, onko tietty tavoitekäyttöikä todella ohjannut rakennuksen suunnittelua ja rakenteellisia sekä materiaalien valintaan liittyviä ratkaisuja. Usea haastateltu asiantuntija olikin sillä kannalla, että rakennussuunnittelussa tulisi tavoitekäyttöiän korostamisen sijasta pikemminkin pyrkiä varmistamaan, että rakennus olisi kokonaisuudessaan mahdollisimman helposti peruskorjattavissa ja sen säälle altistuvat osat ovat tarpeen mukaan vaihdettavissa ja kierrätettävissä.

3.5 Tavoitekäyttöiän ottaminen huomioon TALO-hankkeen arviointityössä

Laskentamenetelmää arvioituaan sekä asiantuntijoita kuultuaan tutkimusryhmä päätyi johtopäätökseen, että TALO-hankkeessa tehtävää taloudellisten ohjauskeinojen arviointia ei voida suorittaa, mikäli taloudelliseen ohjauskeinoon liittyy tietty hiilijalanjäljen raja-arvo, joka tulee olla alitettavissa myös 50 vuoden tavoitekäyttöiällä. Asetettaessa ohjaava raja-arvo 50 vuoden tarkasteluajalle, olipa kyseessä määräystenmukaisuuden raja-arvo tai erittäin vähähiilisen rakennuksen raja-arvo (jota käsitellään tarkemmin luvussa 4.1), voidaan raja-arvo alittaa käytännössä kaikilla mahdollisilla rakentamisen tavoilla pelkällä tavoitekäyttöiän nostamisella 100 vuoteen. Tavoitekäyttöiän nostamisen vaikutuksista investointikustannuksiin oli puolestaan asiantuntijoiden keskuudessa suurestikin toisistaan poikkeavia arvioita, sikäli kun arvio pystyttiin antamaan.

Tutkimusryhmä harkitsi kolmea mahdollista tapaa suorittaa taloudellisten ohjauskeinojen arviointi:

1. Päästöjen painottaminen: vuonna 1 tapahtuvat päästöt huomioitaisiin painoarvolla 1, vuonna 100 tapahtuvat päästöt painoarvolla 0 ja tällä välillä lineaarisesti interpoloiden.

Huomiot:

- Painottaminen olisi paremmin sopusoinnussa päästövähennysten kiireellisyyden kanssa kuin nyky menetelmä, joka arvottaa päästöt samanarvoisiksi, tapahtuivatpa ne missä vaiheessa elinkaarta hyvänsä.
- Painottaminen voisi vaikeuttaa menetelmän hahmottamista, kun varsinaisten energiamuodon päästökertoimien lisäksi tarvittaisiin sopivat painotuskertoimet käyttöiälle. Mahdollisesti tämä heikentäisi menetelmän hyväksyntää.
- Pisin mahdollinen tarkasteluajanjakso tulisi rajoittaa 100 vuoteen, sillä siitä edemmäs kaikki käyttöiän pidentäminen olisi hiilijalanjäljen kannalta ”ilmaista”.
- Tavoitekäyttöiän pidentäminen 50 vuodesta 100 vuoteen saattaisi edelleen tuoda merkittävän pienennyksen hiilijalanjälkeen, vaikka rakentamisen ratkaisuja ei merkittävästi muutettaisikaan.
- Kyseessä olisi hiilijalanjäljen laskentamenetelmän muutos, eikä TALO-hankkeen tehtävänä ollut esittää muutoksia menetelmään, vaan suorittaa arviointi menetelmän nykyisellä versiolla.

2. Raja-arvojen asettaminen 100 vuoden käyttöiän mukaan arvioituna.

Huomiot:

- Mikäli rakentamista ohjaavat raja-arvot asetettaisiin 100 vuoden tavoitekäyttöiän mukaan, se pakottaisi käytännössä rakentamaan kaikki asuinkerrostalot 100

vuoden tavoitekäyttöille. Tällöin taloudellinenkin arviointi voidaan tehdä ainoastaan 100 vuoden tavoitekäyttöikä huomioon ottaen.

- 100 vuotta tulisi tässäkin tapauksessa valita pisimmäksi mahdolliseksi tarkasteluajaksi, sillä siitä pidempi tarkasteluaika jälleen laskisi hiilijalanjälkeä siten, että 100 vuoden tarkastelujaksolle asetettu raja-arvo menettäisi ohjaavuutensa.
- Arvioinnin suorittaminen pelkästään 100 vuoden tavoitekäyttöikä huomioon ottaen olisi laskennan kannalta suoraviivaisin vaihtoehto. Mikäli tällainen käytäntö kuitenkin toteutuisi, eli mikäli käytännössä kaikkien uusien rakennusten tulisi tavoitella 100 vuoden käyttöikää, ei ole aivan yksiselitteistä, olisiko tällä materiaa-litehokkuuden ja päästöjen kannalta myönteisiä vaikutuksia. Osa haastatelluista asiantuntijoista arvioi, että rakennuksen huollettavuuteen satsaaminen olisi ympäristövaikutusten kannalta järkevämpää kuin käyttöiän maksimoiminen.

3. Raja-arvojen asettaminen erikseen 50 vuoden ja 100 vuoden tavoitekäyttöille.

Huomiot:

- Jos raja-arvot asetetaan käyttöiän mukaan, periaatteessa tarkastelussa voisi olla muitakin tavoitekäyttöikä kuin 50 ja 100. Asiantuntijahaastatteluissa nämä käyttöiät mainittiin olevan yleisimmin käytössä, tosin 100 vuotta merkittävästi harvinaisempaan.
- Raja-arvon asettaminen erikseen tavoitekäyttöiän mukaan mahdollistaa parhaiten sen, että tämän tutkimushankkeen tavoitteena oleva taloudellinen arviointi voidaan suorittaa. Mikäli raja-arvot tosiasiasa asetettaisiin eri käyttöille erikseen, menetelmä monimutkaistuisi, hallinnollinen taakka lisääntyisi jonkin verran ja menetelmän hyväksyttävyyttä saattaisi heikentyä.
- Etenkin jos käyttöiän pidentäminen 50 vuodesta 100 vuoteen ei tosiasiasa merkitisi suuria muutoksia rakentamisen tapaan, olisi suoraviivaisempaa jättää tavoitekäyttöikä kokonaan pois laskentamenetelmästä ja suorittaa kaikille rakennuksille tarkastelu 50 vuoden käyttöiällä.

Harkinnan jälkeen ja ympäristöministeriön edustajien kanssa keskusteltuaan tutkimusryhmä päätti suorittaa taloudellisten ohjauskeinojen arvioinnin vaihtoehdon 3 mukaan. Arvioinnissa siis oletetaan, että määräystason raja-arvo ja erittäin vähähiilisen rakennuksen raja-arvo asetettaisiin erikseen 50 ja 100 vuoden tavoitekäyttöille. Tämä valinta mahdollistaa parhaiten hankkeen läpiviennin. Tutkimusryhmä ei kuitenkaan esitä suosituksestaan, että hiilijalanjäljen raja-arvo-ohjausta tulisi kehittää tähän suuntaan. Johtopäätöksiä käyttöiän yhteydestä laskentamenetelmään, raja-arvo-ohjaukseen ja arviointiin esitellään luvussa 6.

3.6 Taloudellisen ohjauksen lähtökohtia

Taloudellisten ohjauskeinojen käyttämisen tavoitteena on ympäristöpolitiikassa ohjata joko maksamaan aiheutetuista päästöistä tai tukemaan aiheutettuja päästövähennyksiä ja/tai teknologian ja toimintatapojen kehitystä. Ohjauskeinot voivat olla esimerkiksi veroja, tukia, päästökauppaa, sertifikaatteja tai sanktioita.

Tämän selvityksen kohdalla taloudellisia ohjauskeinoja tarkastellaan **uudisrakentamisen** kohdalla raja-arvo-ohjausta täydentävinä toimenpiteinä. Raja-arvo-ohjauksen oletetaan ohjaavan kaikkea uudisrakentamista kohti vähähiilisyttä. Näin ollen taloudellisten ohjauskeinojen käyttö painottuu uudisrakentamisessa erittäin vähähiilisten rakennusten pilotointiin (katso tarkempi määritelmä luvusta 4.1). Taloudelliset ohjauskeinot edistävät nykyrakentamisen käytäntöjä huomattavasti vähähiilisempiin käytäntöihin ja niiden tavoitteena on saada aikaan pilotteja, joissa kokeillaan ja opitaan tulevaisuuden rakentamisen käytännöistä ja teknologioista. Taloudellinen ohjaus luo siis perustaa sille, että raja-arvoja voidaan tiukentaa tulevaisuudessa.

Rakennusten vähäpäästöisten ratkaisujen taloudellisten ohjauskeinojen asettamiseen liittyy haasteita, koska rakentamisen ja asumisen kustannukset osuvat eri ajankohtiin ja useissa tapauksissa eri toimijoille, ja lisäksi tavat vähentää rakennusten päästöjä ovat näiden suhteen erilaisia. Energiatehokkuutta parantavat toimenpiteet ja oma uusiutuvan energian tuotanto nostavat pääosin rakentamisen kustannuksia, mutta vähentävät asumiskustannuksia. Toisaalta rakennusmateriaaleihin liittyvät vähäpäästöiset valinnat saattavat nostaa rakennuskustannuksia, mutta ne eivät juuri vaikuta asumiskustannuksiin. Tämä johtuu siitä, että rakennusmateriaaleihin liittyviä ulkoisvaikutuksia ei ole otettu (ainakaan täysimääräisesti) huomioon niiden kustannuksissa. Rakennusmateriaaleihin liittyvät lisäkustannukset eivät siis "maksa itseään takaisin" samalla tavalla kuin energiategokkuuteen ja lämmitysmuodon valintaan liittyvät ratkaisut. Pientalojen uudisrakentamisen kohdalla tämä ei ole este vähäpäästöiselle rakentamiselle, sillä puurakentaminen on paitsi ilmastoystävällisin, myös edullisin vaihtoehto. Tällä hetkellä puu onkin ylivoimaisesti suosituin päärakennusmateriaali pientalojen kohdalla (esiteltu tarkemmin luvussa 3.1). Uusien kerrostalojen kohdalla vähähiilisten rakennusmateriaalien käyttö (puu tai vähäpäästöinen betoni) aiheuttaa usein lisäkustannuksia ja niiden käyttö onkin nykyisessä kerrostalorakentamisessa hyvin vähäistä. Lisäksi uusien kerrostalojen kohdalla ympäristön uusiutuvan energian hyödyntämiseen perustuvat lämmitysjärjestelmät ovat suhteessa kalliimpia kaukolämpöön verrattuna kuin uusissa pientaloissa, joten niiden takaisinmaksuajat ovat pidempiä. Tämä näkyy siinä, että lähes kaikki (95 prosenttia) uusista kerrostaloista liitettiin vuonna 2017 kaukolämpöön, kun pientaloissa kaukolämmön osuus oli 15 prosenttia ja maalämmön osuus 48 prosenttia.

Taloudelliset realiteetit ohjaavat siis tällä hetkellä uusia pientaloja kohti varsin vähäpäästöisiä ratkaisuja ja uusia kerrostaloja kohti suuripäästöisiä ratkaisuja pääarakennusmateriaalien ja päälämmitysmuotojen valinnassa. Näin ollen uudisrakentamisen taloudellinen ohjaus keskittyy tässä selvityksessä asuinkerrostaloihin.

Korjausrakentamisessa taloudellinen ohjaus tukee kunnianhimoisten energiatehokkuusremonttien toteuttamista asuinkerrostaloissa. Asuinkerrostalojen kunnianhimoisetkin energiakorjaukset olisivat usein elinkaarisesti kannattavia myös ilman tukia (esim. Niemelä ym. 2017a, 2017b), mutta ne eivät ole lähteneet Suomessa laajamittaisesti käyntiin. Energiatehokkuuden edistymiselle on löydetty useita esteitä, ja tuen käyttöä voidaan perusteilla näiden esteiden ylittämällä (Kangas ym. 2018).

Korjausrakentamisen kohdalla pääarakennusmateriaalia ei pystytä vaihtamaan, mutta päälämmitysmuodon voi vaihtaa ja rakennuksen energiatehokkuutta voi parantaa monin tavoin. Vanhojen rakennusten tapauksessa energiatehokkuusmääräyksiä ei ole rakentamisajankohtana ollut tai ne eivät ole olleet nykytasolla, joten vanhojen rakennusten energiaremontointi tuo merkittäviä päästövähennysmahdollisuuksia. Sekä päälämmitysmuodon vaihtaminen että energiatehokkuuden lisääminen kunnianhimoiselle tasolle kasvattavat remontoinnin kustannuksia, mutta laskevat asumiskustannuksia. Energiakorjauksiin liittyvien rakennusmateriaalien ja työn arvonlisäverokanta on 24 prosenttia, ja kaikkiaan työ-, yhteisö- ja välillisten verojen osuus on 32 prosenttia korjausrakentamiseen käytetystä investoinnista (Vainio 2012). Tämä osuus energiakorjauksen kustannuksista palautuu julkiselle taloudelle verotuloina. Jos tukiprosentti jää alle tämän, voidaan siis tuen olettaa palautuvan julkiselle taloudelle.

Tässä selvityksessä avustus rajataan energiaremontteihin, jotka vähentävät asuinkerrostalon energiankulutuksen päästöjä vähintään 50 tai 70 prosentilla. Jotta vältetään ylityksiltä ja tuetaan vain kustannustehokkaita ratkaisuja, määritellään tuki neliötä kohden (€/m², ei prosenttia kustannuksista), tukitason ollen päästövähennystasosta riippuen 20 €/m² tai 30 €/m². Tukitaso on laskettu Hirvonen ym. (2018) tutkimuksen ja EU-GUGLE-hankkeessa toteutuneiden esimerkkikohteiden perusteella (Häkkinen 2019). Asuinkerrostalojen energiakorjausten tuki on yhdistettävissä ESCO-rahoitusmalliin, jolloin rakennuttaja ei tarvitse omaa alkupääomaa investoinnille.

4 Uudisrakentamisen taloudelliset ohjauskeinot

4.1 Erittäin vähähiilisen rakennuksen määritelmä ja kustannukset

Kaikissa tarkastelluissa uudisrakentamisen taloudellisissa ohjauskeinoissa edistetään erittäin vähähiilistä kerrostalorakentamista. Arvioitavissa ohjauskeinoissa käytetään arvioinnin apuvälineenä samaa erittäin vähähiilisen rakennuksen määritelmää ja samoja kustannusarviota.

Uusien asuinkerrostalojen tyypillinen suunniteltu käyttöikä on 50 vuotta. Pieni osa uusista asuinkerrostaloista rakennetaan 100 vuoden suunnitellun käyttöiän mukaan. Tässä selvityksessä oletetaan näille suunnitelluille käyttöiälle eriävät raja-arvot erittäin vähähiilisille uusille rakennuksille (katso lisää luvusta 4.1). TALO-hankkeessa on päädytty käyttämään **erittäin vähähiilisen uuden asuinkerrostalon hiilijalanjäljen raja-arvona**

- **10 kg CO₂e/m² vuosi**, kun suunniteltu käyttöikä on **50 vuotta**, ja
- **5,8 kg CO₂e/m² vuosi**, kun suunniteltu käyttöikä on **100 vuotta**

Raja-arvo on valittu siten, että sen voi alittaa nykyisten määräysten mukainen puurakenteinen, maalämmöllä lämpiävä asuinkerrostalo (ks. taulukot 6 ja 7). Erittäin vähähiilinen asuinkerrostalo on siis mahdollista rakentaa nykykeinoin, mutta sellaisia ei tällä hetkellä rakenneta juuri lainkaan. Taloudellisten ohjauskeinojen tulisi edistää tällaisen uudisrakentamisen käynnistämistä välittömästi. Valittua raja-arvoa ei olisi tämänhetkisillä rakentamisen tekniikoilla käytännössä juuri mahdollisuuksia alittaa, mikäli rakennuksen päärakennusmateriaali olisi betoni ja lämmitysmuoto kaukolämpö. Betonirakenteinen asuinkerrostalo ei myöskään alittaisi raja-arvoa pelkän maalämpöjärjestelmän avulla. Jos kuitenkin oletettaisiin, että sen materiaalien päästöt (moduulit A1–A3) saataisiin 29 prosenttia pienemmiksi ja käytössä olisi lisäksi kokonaan päästötön työmaa (moduuli A5), rakennus alittaisi 50 vuoden tarkasteluajanjaksolla hiilijalanjäljen 10 kg CO₂e/m² vuosi (taulukko 8). Mikäli tavoitekäyttöikä olisi 100 vuotta ja tätä käytettäisiin myös tarkasteluajanjaksona, riittäisi 20 prosentin leikkaaminen

materiaalien päästöistä ja lisäksi päästötön työmaa, jotta raja-arvo 5,8 kg CO₂e/m² vuosi alittuisi (taulukko 9).

Kaukolämmitteisen rakennuksen tapauksessa raja-arvon alittamiseen ei myöskään riittäisi se, että päärakennusmateriaali olisi puu. Mikäli puurakenteisen kaukolämpötilan käytön aikaisia energian päästöjä vähennettäisiin 55 prosenttia ja käytössä olisi päästötön työmaa, se alittaisi 50 vuoden tarkasteluajanjaksolla hiilijalanjäljen 10 kg CO₂e/m² vuosi (taulukko 8). Mikäli tavoitekäyttöikä ja tarkastelu aika olisivat 100 vuotta, energian päästöjä tulisi pienentää 57 prosenttia ja lisäksi ottaa käyttöön päästötön työmaa, jotta raja-arvo 5,8 kg CO₂e/m² vuosi alittuisi (taulukko 9).

Tällainen energiatehokkuuden parantaminen olisi mahdollista, mutta vaatisi rakennukselta todennäköisesti suurta rakenteellista energiatehokkuutta, energiatehokkaita taloteknisiä järjestelmiä ja omaa uusiutuvan energian tuotantoa. Päästöttömät työmaat eivät ole vielä käytössä Suomessa: niitä pilotoidaan Norjassa Oslon seudulla¹⁵. Taulukoissa 8 ja 9 esitellyt laskentatapaukset ovat havainnollistuksia siitä, minkä mittakaavan materiaali- ja energiatehokkuusratkaisuilla esitetyt raja-arvot olisi mahdollista alittaa.

Muitakin esimerkkejä erittäin vähähiilisen raja-arvon läpäisevistä asunkerrostaloista olisi mahdollista esittää, ja toisaalta laskuja tulisi tarkentaa monelta osin, mikäli haluttaisiin täsmällisiä arvioita esimerkiksi oman uusiutuvan energian tuotannon mahdollisuuksista pienentää rakennuksen hiilijalanjälkeä. TALO-hankkeen arvioissa ei myöskään ole huomioitu esimerkiksi maalämpöjärjestelmän ja kaukolämpöliitännän omia hiilijalanjälkiä. Tässä selvityksessä ei ole mahdollista laskea yksityiskohtaisia esimerkkejä oikeilla taloteknisillä järjestelmillä. Lisäksi niitä saataneen joka tapauksessa vuonna 2020 käynnistytävissä laskentamenetelmän koekäyttövaiheessa.

Kansainvälisten esimerkkien nojalla ja työpajassa saadun palautteen perusteella erittäin vähähiiliselle uudelle asunkerrostalolle olisi mahdollista asettaa myös laadullisia kriteerejä, esimerkiksi:

- asuntojen kohtuullinen koko (yläraja)
- kysyntäjoustopotentialin mahdollistaminen
- sähköautojen latausmahdollisuus
- laadukas rakentaminen
- terveelliset sisäolosuhteet
- uusiomateriaalien hyödyntäminen käytettävissä rakennusmateriaaleissa
- rakennusmateriaalien hiilijalanjälkirajoitukset
- uusiutuvan energian hyödyntäminen.

15 <https://www.futurebuilt.no/English>

Taulukko 8. Esimerkkejä asuinkerrostaloista, jotka voisivat 50 vuoden tarkastelujalla alittaa hiilijalanjäljen raja-arvon 10 kg CO₂e/m² vuosi. Menetelmässä käytetyt vakioarvot lihavoitu.

Moduuli		Puurakenteinen asuinkerrostalo, maalämpö kgCO ₂ e/m ²	Betonirakenteinen asuinkerrostalo, maalämpö, materiaalien päästöt -29%, päästötön työmaa kgCO ₂ e/m ²	Puurakenteinen asuinkerrostalo, kaukolämpö, energian päästöt -55%, päästötön työmaa kgCO ₂ e/m ²
A1	Raaka-aineen hankinta	255,2	312,4	255,2
A2	Kuljetus valmistukseen			
A3	Tuotteen valmistus			
A4	Kuljetus työmaalle	10,2	10,2	10,2
A5	Työmaatoiminnot, energia	27,3	0	0
A5	Työmaan materiaalihävikki	12	13	12
B3 + B4	Korjaus + osien vaihto, energia	2,16	2,16	2,16
B3 + B4	Korjaus + osien vaihto, materiaalit	32	10,5	32
B6	Energian käyttö 50 v.	118,17	118,7	154,14
C1	Purkaminen	7,8	7,8	7,8
C2	Kuljetukset	10,2	10,2	10,2
C3 + C4	Purkujätteen käsittely + loppusijoitus	15,6	15,6	15,6
	<i>Hiilijalanjälki kgCO₂e/m² tarkastelujaksolla (50 v.)</i>	49,63	500,03	499,30
	<i>Hiilijalanjälki kgCO₂e/m² vuosi</i>	9,81	10,00	9,99

Taulukko 9. Esimerkkejä asuinkerrostaloista, jotka voisivat 100 vuoden tarkastelujalla alittaa hiilijalanjäljen raja-arvon 5,8 kg CO₂e/m² vuosi. Menetelmässä käytetyt vakioarvot lihavoitu.

Moduuli		Puurakenteinen asuinkerrostalo, maalämpö kgCO ₂ e/m ²	Betonirakenteinen asuinkerrostalo, maalämpö, materiaalien päästöt -29%, päästötön työmaa kgCO ₂ e/m ²	Puurakenteinen asuinkerrostalo, kaukolämpö, energian päästöt -55%, päästötön työmaa kgCO ₂ e/m ²
A1	Raaka-aineen hankinta	267,96	369,6	267,96
A2	Kuljetus valmistukseen			
A3	Tuotteen valmistus			
A4	Kuljetus työmaalle	10,2	10,2	10,2
A5	Työmaatoiminnot, energia	27,3	0	0
A5	Työmaan materiaalihävikki	12	13	12
B3 + B4	Korjaus + osien vaihto, energia	2,16	2,16	2,16
B3 + B4	Korjaus + osien vaihto, materiaalit	89	23	89
B6	Energian käyttö 50 v.	125,60	125,6	168,10
C1	Purkaminen	7,8	7,8	7,8
C2	Kuljetukset	10,2	10,2	10,2
C3 + C4	Purkujätteen käsittely + loppusijoitus	15,6	15,6	15,6
	<i>Hiilijalanjälki kgCO₂e/m² tarkastelujaksolla (50 v.)</i>	567,82	577,16	583,02
	<i>Hiilijalanjälki kgCO₂e/m² vuosi</i>	5,7	5,8	5,8

Erittäin vähähiilisten rakennusten tavoittelu on realismia pohjoismaisten esimerkkien nojalla. Oslossa ja sen ympäryskunnissa on käynnissä FutureBuilt -pilottiprojekti¹⁶, jonka ensimmäiselle kaudelle (2010–2020) on valittu 50 erilaista pilottikohdetta. Pilotit ovat pääasiassa uudisrakennus- ja saneerauskohteita ja edustavat useita erityyppisiä rakennuksia (asuinkerrostaloja, opetusrakennuksia, palvelurakennuksia, liikuntarakennuksia, toimistorakennuksia, museoituja ja muita julkisia rakennuksia). Myös joitakin liikenteen palveluita on mukana piloteissa.

Kaikissa FutureBuilt -ohjelman rakennuskohteissa tavoitellaan hiilijalanjäljen pienentymistä 50 prosenttia nykyiseen norjalaiseen määräystasoon nähden kolmella eri osa-alueella. Nämä osa-alueet ovat rakennusmateriaalien päästöt, käytön aikaisen energiankulutuksen päästöt sekä rakennukseen liittyvän liikkumisen päästöt. Toteutuneita päästövähennyksiä seurataan mittauksin, joita ensimmäisen kauden loppuvaiheessa on olemassa jo n. 20 valmistuneesta kohteesta. 50 prosentin päästövähennykseen ei ole päästy jokaisessa kohteessa, kun taas joissakin kohteissa tavoite on ylitetty. Keskimääräinen päästövähennys jo valmistuneissa kohteissa on tällä hetkellä 40 prosentin luokkaa (FutureBuilt 2019). Tätä lukua ei voi suoraan verrata Suomen tilanteeseen, koska sekä hiilijalanjäljen laskentamenetelmä että ”perustason” rakentamisen vertailutaso poikkeavat toisistaan. Liikenteen päästöjen sisällyttäminen FutureBuilt -kohteiden hiilijalanjälkeen tekee myös ohjelman tavoitteesta erityisen haastavan, sillä juuri parkkitilojen rakentaminen vaatii tavallisesti betonia ja on siis hiili-intensiivistä. Norjan esimerkki voi joka tapauksessa viitoittaa tietä erittäin vähäpäästöiseen rakentamiseen myös Suomessa, ja useat Norjassa pilotoidut ratkaisut (esim. betonin määrän vähentäminen rakennuskohteissa, vähäpäästöinen betoni, parkkitilojen vähentäminen, uusiomateriaalien käyttö, fossiilivapaa tai kokonaan päästötön rakennustyömaa) ovat toteuttamiskelpoisia Suomessakin. FutureBuilt -ohjelman pilottikohteet eivät ole myöskään tulleet investointikustannuksiltaan merkittävästi kalliimmiksi kuin tavanomaiset rakennuskohteet: ohjelmajohtaja Birgit Rustenin mukaan investointikustannusten ero tavanomaiseen rakentamiseen nähden on ollut tavallisesti ”muutaman prosentin” luokkaa.¹⁷

Asiantuntija-arvion perusteella erittäin vähähiilisen (puurakennus, maalämpö), laadukkaat sisäolosuhteet omaavan ja laadukkaasti suunnitellun asuinkerrostalon investointikustannukset olisivat n. 250 €/m² suuremmat kuin ”perustason” mukaisella (betonirakenne, kaukolämpö, määräysten mukainen energiatehokkuus) asuinkerrostalolla. Rakennuttajan näkökulmasta investointituen suuruuden tulisi olla noin 150 €/m², jotta se kannustaisi tämän tyyppiseen investointiin, vaikka se ei vielä lisäsatsausta kattaisikaan. Laadukkaan rakennuksen tapauksessa osa alkuinvestoinnin kustannuserosta (tässä tapauksessa arviolta 100 €/m²) voidaan siirtää myyntihintaan.

¹⁶ <https://www.futurebuilt.no/English>

¹⁷ Birgit Rusten, esitelmä Urban Future 2019 -konferenssissa Oslossa 22.5.2019.

Usealta puurakennusalan toimijalta saatujen arvioiden mukaan puurakenteisten asuinkerrostalojen rakentaminen on tällä hetkellä 0–10 prosenttia betonirakentamista kalliimpaa. Kerrostalorakentamisen keskimääräisenä kustannuksena voidaan pitää n. 3000 €/m², joka on yleisesti käytetty arvio nykytasosta (esim. Häkkinen & Vares 2018) ja hyvin linjassa esimerkiksi ARA:n rakentamista koskevien tilastojen kanssa^{18, 19}. ARA:lta saadun arvion mukaan laadukkaan ja energiatehokkaan kerrostalon (energialuokka A, hyvä eristys ja ilmatiiveys, hyvä lämmön talteenotto, taloautomaatio kunnossa, hyödyntää uusiutuvaa energiaa) investointikustannukset ovat n. 100 €/m² kalliimmat kuin perustason kerrostalon, mutta alkuinvestointi maksaa itsensä takaisin rakennuksen käyttökustannuksissa, eikä siis ole elinkaarisesti ajateltuna lisäkustannus (ARA, Vesa Ijäs, henkilökohtainen tiedonanto 20.5.2019).

Yllä esitettyjen taustatietojen ja asiantuntija-arvioiden nojalla TALO-hankkeessa oletetaan, että nykyrakentamisesta erittäin vähähiiliseen rakentamiseen kannustamiseen tarvittava tukitaso on 150 €/m².

TALO-hankkeessa sopivan tukitason arviointia mutkistaa se, että mikäli raja-arvo-ohjaus kaikille uusille rakennuksille toteutuu samaan aikaan kuin taloudellinen kannustin erityisen vähähiiliseen rakentamiseen raja-arvon mukaan, tiukemman raja-arvon saavuttamisen lisäkustannusta tulee arvioida määräystason raja-arvoon verrattuna. Määräystason raja-arvon saavuttaminen saattaa jo sinällään nostaa rakentamisen kustannuksia, jolloin tiukempi raja-arvo voidaan saavuttaa pienemmin lisäkustannuksin. Tässä raportissa ei arvioida kustannuksia määräystason raja-arvosta erittäin vähähiiliseen rakentamiseen raja-arvoon, koska määräystason kustannuslisiin nykyrakentamiseen verrattuna liittyy huomattavia epävarmuuksia. Määräystason raja-arvon mukaiseen rakentamiseen saatetaan päästä jopa nykyrakentamisen kustannuksin, etenkin jos muutokset kohdistuvat energiatehokkuuden parantamiseen.

Tuen aiheuttama päästövähennys on laskettu vertaamalla toisiinsa nykyrakentamisen mukaista ”perustapausta”, eli betonirakenteista kaukolämpöasuinkerrostaloa, joka täyttää nykyiset energiatehokkuusvaatimukset, ja maalämpöpumpulla varustettua puurakenteista asuinkerrostaloa. Päästövähennysten ajatellaan tapahtuvan moduuleissa A1–A3 (rakennusmateriaalit) sekä B6 (energian käyttö). Päästövähennykseksi saadaan 410 kg CO₂e/m² 50 vuoden arvioidulla käyttöiällä ja 460 kg CO₂e/m² 100 vuoden käyttöiällä, eli arvioiden pohjana käytetyissä laskelmissa rakennuksen hiilijalanjälki pienenee 44 prosenttia 50 vuoden suunnitellun käyttöiän ja 41 prosenttia 100 vuoden suunnitellun käyttöiän kohdalla. Näin on menetelty,

18 https://www.ara.fi/fi-FI/Tietopankki/Tilastot_ja_selvitykset/ARAtuotanto/Normaalien_vuokra_ja_asoasuntojen_rakentamisen_hinta

19 Tosiasiassa rakentamisen kustannus vaihtelee esimerkiksi alueittain, mutta tämän tarkempaan analyysiin ei ole mahdollista tässä selvityksessä ryhtyä.

koska järkevästi saatavilla ollut kustannusdata liittyy nimenomaan puurakentamisen ja maa-lämpöinvestoinnin aiheuttamiin lisäkustannuksiin perustason rakentamiseen nähden.

Taustatietoina laskelmissa on käytetty myös vuonna 2017 valmistuneiden asuinkerros-talojen keskimääräistä kokoa Suomessa, joka on 2604 m² (Rakennus- ja huoneistorekis-teri 2018), sekä hiilidioksiditonin hintaa EU:n päästökaupassa: 28,96 €/tCO₂ (tilanne 24.7.2019).

4.2 Uudisrakentamisen taloudellisten ohjauskeinojen arviointi

4.2.1 Valtion myöntämä avustus rakennuttajalle

Valtion rakennuttajalle maksaman avustuksen saamisen ehtona olisi erittäin vähähiilisen rakennuksen raja-arvon alittaminen sekä suunnittelu- että valmistumisvaiheessa. Lisäksi avustukselle voidaan asettaa muita ehtoja. Avustuksen taso on arviossa 150 €/m², lu-vussa 4.1 esitettyjen taustatietojen mukaisesti. Avustus yhtä kerrostaloa kohden olisi siis 390 000 €. Tarvittava avustus olisi todennäköisesti alhaisempi, jos luvun 3.3 mukainen ra-ja-arvo-ohjaus koskisi kaikkia uusia asuinkerrostaloja.

Avustuksen myöntämistä kuitenkin rajoittaisivat EU:n kilpailuoikeuden asettamat ehdot. Jos avustusta haluttaisiin myöntää ns. de minimis -asetuksen (Komission asetus (EU) N:o 1407/2013) nojalla, siitä ei tarvitsisi tehdä komissiolle ennakko- eikä jälkikäteisilmoitusta, koska sen katsotaan olevan niin vähäistä, ettei se vääristä kilpailua.²⁰ Tällöin avustuksen määrä saa kuitenkin olla enintään 200 000 euroa 3 vuoden aikana yritystä²¹ kohti, mikä käytännössä ei mahdollista tämän vaihtoehdon käyttöä. Toinen vaihtoehto olisi myöntää avustuksia valtiontukien yleisen ryhmäpoikkeusasetuksen (Komission asetus 651/2014) sallimalla tavalla, jolloin myönnettävien avustusten määrät voivat olla huomattavasti-kin korkeampia kuin de minimis -asetuksen sallimat. Ryhmäpoikkeusasetuksen²² mukai-sesta tuesta on kuitenkin jälkikäteen ilmoitettava komissiolle. Ryhmäpoikkeusasetuksen sallimista tukimuodoista useatkin voisivat olla mahdollisia, ainakin artiklan 38 mukainen investointituki energiatehokkuustoimenpiteisiin ja artiklan 39 mukainen investointituki ra-kennuksia koskeviin energiatehokkuushankkeisiin.

20 Tarkemmin: Työ- ja elinkeinoministeriö (2016).

21 Yhteen yritykseen sisältyy asetuksen määritelmän (2.artikla) mukaan koko konserni eli samassa jäsenvaltiossa toimivaa emo- ja tytäryhtiötä käsitellään yhtenä yrityksenä, ja niiden saamat tuet lasketaan yhteen.

22 Lisätietoja <https://tem.fi/yleinen-ryhmapoikkeusasetus>

TALO-hankkeen laskelmien perusteella miljoonalla maksetulla avustuseurolla saataisiin rakennettua 3 erittäin vähähiilistä asuinkerrostaloa. Suomessa rakennettiin 546 asuinkerrostaloa vuonna 2017. Jos oletetaan sama rakentamisen tahti tulevaisuudessa, saataisiin 10 prosenttia uusista kerrostaloista erittäin vähähiiliseksi 18 miljoonan euron vuosittaisella avustuksella. Miljoonalla avustuseurolla saadaan laskelman mukaan aikaan 2 730–3 062 tCO₂e päästövähennys rakennusten elinkaaren aikana, joten päästövähennyksen kustannus on 330–370 €/tCO₂ (katso tarkemmin taulukko 10). Tämän suuruinen päästövähennys ei siis toteudu vuosittain, vaan vaikutus lasketaan koko rakennuksen elinkaaren ajalle. Päästövähennyksen kustannusta ei voida suoraan verrata esimerkiksi päästöoikeuden hintaan, koska avustus edistää uusien toimintatapojen ja teknologioiden käyttöönottoa, sekä mahdollisesti myös uusien ratkaisujen kehittämistä.

Jotta avustus edistäisi kokeilutoimintaa, sen tulee kohdistua sellaiseen rakentamiseen joka ei käynnistyisi ilman tukea. Tämän varmistamiseksi avustuksen saamisen kriteeri tulee pitää tiukkana ja tiukentaa sitä rakentamisen päästöjen laskiessa. Tukitaso kannattaa pitää myös kohtuullisen matalana, jotta avustus kannustaa kustannustehokkaisiin ratkaisuihin ja ylitukemiselta vältytään.

Avustushakemusten laatiminen ja käsittely aiheuttaisi jonkin verran hallinnollista taakkaa niin yrityksille kuin viranomaisillekin. Ottaen huomioon käsiteltävien tapauksien oletettavasti melko vähäisen määrän, taakkaa ei kuitenkaan voida pitää kovin merkittävänä. Verrattuna kiinteistöverosta vapauttamiseen (luku 4.2.2), hallinnollista taakkaa vähentäisi mahdollisuus keskittää hakemusten käsittely yhdelle valtion viranomaiselle usean eri kunnan sijaan. Myöskään mahdollista tarvetta korvata tulonmenetyksiä kunnille ei olisi. Julkiselle vallalle aiheutuvaa taakkaa (säädosvalmistelun aiheuttama taakka) vähentäisi myös mahdollisuus toteuttaa tuki asetuksella, kun taas kiinteistöveron perusteiden muutos edellyttää lain muuttamista. Avustus olisi tämän vuoksi myös joustavampi eli se olisi helpommin lopetettavissa, jos sen ei myöhemmin arvioida saavuttavan tavoitteitaan.

Taulukko 10. Laskelma erittäin vähähiilisen rakentamisen valtiontuen vaikutuksista tukisumman 1 M€ tapauksessa.

Suunniteltu käyttöikä 50 tai 100 vuotta:	
Tuen määrä [€/m ²]	150
Keskikokoinen uusi asuinkerrostalo saa tukea [€]	390 000
1 M€ tukisummalla rakennettua alaa [1000 m ²]	6,7
1 M€ tukisummalla tuetut kerrostalot [kpl]	3
Suunniteltu käyttöikä 50 vuotta:	
Päästöt pienenevät (yleiseen raja-arvoon verrattuna) [tCO ₂ e/m ²]	0,41
1 M€ tukea pienentää päästöjä [tCO ₂ e]	2 730
Päästövähennyksen kustannus [€/tCO ₂ e]	370
Suunniteltu käyttöikä 100 vuotta:	
Päästöt pienenevät (yleiseen raja-arvoon verrattuna) [tCO ₂ e/m ²]	0,46
1 M€ tukea pienentää päästöjä [tCO ₂ e]	3 060
Päästövähennyksen kustannus [€/tCO ₂ e]	330

4.2.2 Kiinteistöverosta vapauttaminen viideksi vuodeksi

Kiinteistöverosta vapauttaminen viideksi vuodeksi kohdistuu tukena rakennuksen omistajalle tai omistajille ja vähentää heidän kustannuksiaan. Tuen maksaa kunta, koska kunnat keräävät kiinteistöveroa. Kiinteistöverosta vapauttamista on tarkastelu eräänä rakennusten kasvihuonekaasupäästöjen ohjauskeinona myös VTT:n selvityksessä (Häkkinen & Vares 2018). Ympäristöministeriö on myös aiemmin selvittänyt mahdollisuutta porrastaa kiinteistövero rakennuksen energiatehokkuuden ja lämmitysmuodon perusteella (Ympäristöministeriö 2009).

Keskimääräinen kiinteistöveron määrä kerrostaloyhtiölle on 0,3 €/m² kuukaudessa eli 3,6 €/m² vuodessa.²³ Kiinteistöverosta vapauttaminen 5 vuoden ajaksi kerryttäisi tukea yhteensä 18 €/m². Kun erittäin vähähiilisen uuden asuinkerrostalon rakentamiseen kannustavaksi tuen tasoksi on arvioitu 150 €/m², kiinteistöverosta vapauttaminen viiden vuoden ajaksi ei näyttäisi riittävän kannustavan vaikutuksen aikaansaamiseksi. Jotta yllettäisiin tuen tasoon 150 €/m², kiinteistöveron vapautuksen tulisi kestää 42 vuotta.

Kiinteistöveron tapauksessa tuen saaja on yleensä eri toimija kuin rakennuttaja, joten rakennuttajan tulee pystyä siirtämään kaikki erittäin vähähiilisen rakentamisen kustannukset myyntihintoihin. Lisäksi rakennuksen omistajalle siirtyy epävarmuus tuen jatkuvuudesta. Tuki olisi todennäköisesti houkuttelevin ammattimaisten kiinteistönomistajien näkökulmasta, koska he vastaavat rakentamisesta ja omistavat valmistuneen rakennuksen.

23 <https://www.kiinteistolehti.fi/blogi/hoitokulujen-rakenne-osa-i-kerrostaloyhtion-hoitokulut/>

Ammattimaisten kiinteistönomistajien näkökulmaa tarkastellaan RAKLIn selvityksessä ”Kiinteistön omistamisen verotus”, jossa kiinteistöveroa pidetään merkittävänä menoeränä omistajan näkökulmasta (RAKLI 2014).

Kiinteistöveron suuruus vaihtelee alueittain ja vero on korkein suurissa kaupungeissa. Mikäli kiinteistöverosta vapauttamista harkitaan taloudelliseksi ohjauskeinoksi, tulisi arvioida lähemmin, minkälaisia vaikutuksia tuki-instrumentilla olisi yhdyskuntarakenteeseen ja maankäytön muutoksiin erilaisissa kunnissa ja maan eri osissa. Eroja voisi olla myös verotuen kohdentumisessa varallisuudeltaan erilaisille alueille, jos kiinteistöverosta vapauttaminen houkuttelisi rakentamaan erittäin vähähiilisiä rakennuksia ennen kaikkea korkean kiinteistöveron kasvukeskuksiin. Tällöin tuki kanavoituisi alueille, jotka ovat jo ennestään haluttuja ja vauraita.

Verrattuna valtion myöntämään suoraan tukeen rakennuttajalle tämä ohjauskeino olisi kattavuudeltaan ja kannustavuudeltaan jonkin verran kapea-alaisempi, sillä kiinteistöverosta vapautetut yleishyödylliset yhteisöt (säätöt, yhdistykset, liitot, seurakunnat) eivät voisi hyötyä tuki-instrumentista.

Tuen lisävaikeutena on se, että sen myöntäisi kunta, joten tämä vaikuttaisi kuntien budjetteihin negatiivisesti. Ympäristöministeriön selvityksessä kiinteistöveron alennuksesta energiatehokkuuden ja lämmitystavan perusteella todetaan, että kiinteistöveron alentamisen kustannukset tulisi kompensoida kunnille (Ympäristöministeriö 2009). Tästä esitetään kaksi vaihtoehtoa: (1) kunnat korottavat kiinteistöveroprosenttia tai (2) valtio palauttaa kunnille niiden antamat vähennykset. Vaihtoehdolla yksi saattaa olla sosiaaliseen tasa-arvoon negatiivisia vaikutuksia. Vaihtoehtoon kaksi verrattuna olisi hallinnollisesti yksinkertaisempaa myöntää tuki suoraan valtion tukena (kohta 4.2.1).

Myös tätä instrumenttia koskevat edellä avustuksen yhteydessä käsitellyt EU:n kilpailuolakeuden asettamat ehdot. Hallinnollisen taakan kannalta kiinteistöverosta vapauttaminen on kuitenkin hieman raskaampi vaihtoehto, sillä jälkikäteisilmoitusten laadinta täytyy koordinoita kuntien ja ilmoituksista vastaavan TEM:n kesken.

Toimistorakennuksille kiinteistövero on tyypillisesti korkeampi kuin asunrakennuksille²⁴. RAKLIn selvityksen mukaan toimistot ovat vuonna 2017 maksaneet kiinteistöveroja Turussa keskimäärin 0,9 €/m² kk, Helsingissä keskimäärin 1,0 €/m² kk ja Tampereella keskimäärin 1,1 €/m² kk (RAKLI 2018). Viiden vuoden helpotus kiinteistöverosta olisi siis Turussa yhteensä 54 €/m², Helsingissä 60 €/m² ja Tampereella 66 €/m² arvoinen tuki. Tutkimusryhmällä ei ollut käytössään kustannusarvioita erittäin vähähiilisen uuden toimistorakennuksen

24 Verohallinnon tilastot: <https://www.vero.fi/tietoa-verohallinnosta/tilastot/kiinteistoverotilastot/>

rakentamisesta, minkä vuoksi toimistorakennukset rajattiin tämän tarkastelun ulkopuolelle. Yleisellä tasolla voidaan kuitenkin sanoa, että kiinteistöverosta vapauttaminen määräajaksi olisi mahdollisesti houkuttelevampi ohjauskeino toimistorakennuksille ainakin suurissa kaupungeissa. Mikäli 5 vuoden määräaika ei olisi riittävä, kyseeseen voisi tulla myös esimerkiksi 10 vuodeksi kiinteistöverosta vapauttaminen. On kuitenkin myös huomattava, että toimitot (ei-yleishyödylliset) maksavat yleistä kiinteistöveroa, joten niille ei ole omaa veroluokkaa kiinteistöverotuksessa. Mikäli yksinomaan toimistorakennukset haluttaisiin vapauttaa kiinteistöverosta määräajaksi, tämä saattaisi aiheuttaa verotusteknisiä haasteita.

Kaikkiaan arvioimme tämän ohjauskeinovaihtoehdon aiheuttaman hallinnollisen taakan suuremmaksi kuin suoran valtiontuen, koska:

- Vero vaatii lainmuutoksen, jonka uhkana on myös myöhemmin muuttamisen vaikeus.
- Verosta vapauttaminen on yhtäläillä tapauksittain käsiteltävä ja monitoroitava kuin muutkin vaihtoehdot.
- Peruskäsittely tapahtuisi kunnissa, joten oppimista ei pääse kertymään vastavasti kuin avustusten keskitetyssä käsittelyssä.
- Vaikuttaisi verotuloihin ennakkoimattomasti kuntien kannalta.
- Korvaaminen kunnille lisäisi hallinnollista taakkaa.
- Voisi aiheuttaa kielteisiä vaikutuksia yhdenvertaisuuteen kuntien välillä.

4.2.3 Lisärakennusoikeuden myöntäminen

Kolmantena ohjauskeinona arvioidaan **lisärakennusoikeuden myöntämistä** erittäin vähähiilisille rakennuksille. Tämä ohjauskeino ei käytännössä aiheuta kustannuksia julkiselle taloudelle. Mikäli kunta myöntää lisärakennusoikeuden itse omistamalleen tontille, lisärakennusoikeuden myöntämisestä ei aiheudu myöskään kunnalle suoria kustannuksia. Kunnan voidaan kuitenkin katsoa menettävän vuokratuloja verrattuna tilanteeseen, jossa rakentaminen jakautuisi useammalle tontille.

Lisärakennusoikeuden myöntämistä on arvioitu lähinnä kvalitatiivisesti VTT:n selvityksessä (Häkkinen & Vares 2018), ja tässä arviossa on tarkasteltu nimenomaan tilannetta, jossa kunta omistaa tontin. Toinen mahdollisuus on, että kunta myöntää lisärakennusoikeuden tontille, jonka rakennuttaja omistaa itse. Tällöin kunnalle ei voida katsoa koituvan edes tulonmenetystä. Kuten Häkkinen ja Vares (2018) huomauttavat, ohjauskeinon onnistuminen riippuu vahvasti kuntien motivaatiosta ottaa se käyttöön. Vaikka kunnalle ei koituisi suoria kustannuksia tai merkittävää tulonmenetystä, asemakaavoista täytyy tehdä poikkeuksia lisärakentamisoikeuden myöntämiseksi, mikä aiheuttaa hallinnollista taakkaa niin viranomaisille kuin tukea hakeville rakennuttajille.

TALO-hankkeen arviossa ei oteta kantaa siihen, kuka omistaa tontin, ja kunnan mahdollisesti menettämiä tuloja ei pyritä kvantifioimaan. Tässä yhteydessä ei myöskään tehdä varsinaista ohjauskeinon kustannusarviota (sisältäen esimerkiksi toimeenpanon ja valvonnan kustannukset), vaan ohjauskeinoa arvioidaan rakennushankkeen kannattavuuden näkökulmasta.

Vuonna 2017 valmistuneiden asuinkerrostalojen keskimääräinen koko on n. 2600 m² (tarkalleen 2 604 m², lähde Rakennus- ja huoneistorekisteri 2018). Oletetaan tämän vastaavan viisikerroksista asuinkerrostaloa, jolle myönnettäisiin lisärakennusoikeutta 20 prosenttia eli yhden lisäkerroksen verran. Perustason rakentamisen kustannuksena on tässä arviossa käytetty 3 000 €/m², ja erittäin vähähiilisen uuden asuinkerrostalon rakentamiskustannuksena käytetään 3 250 €/m². Arvio perustuu rakennusalan toimijan asiantuntija-arvoon, jonka mukaan tukitaso 150 €/m² kannustaisi jo investoimaan, mutta todellinen rakennuskustannusten nousu olisi 250 €/m². Näiden erotukseksi jäävän 100€/m² oletetaan siirtyvän asuntojen myyntihintoihin. VTT:n selvityksessä on arvioitu uuden kerrostaloasunnon myyntihinnaksi 4 000–6 000 €/m² (Häkkinen & Vares 2018). Tässä arviossa kerrostaloasunnon myyntihintana käytetään 4 000 €/m², joka perustuu Oikotie-palvelussa myynnissä olleiden uusien kerrostaloasuntojen keskimääräiseen neliöhintaan (tilanne 20.6.2019). VTT:n selvityksessä rakennusoikeuden hinnan vaihteluväliksi annetaan 300–900 €/m² ja esimerkiksi kilaskussa käytetään rakennusoikeuden hintana 700 €/m², jota käytetään myös tässä arviossa.

Yllä annetuilla tiedoilla voidaan tehdä esimerkkilaskelma, jonka tulokset on esitetty taulukossa 11. Lisärakennusoikeuden saaminen osoittautuu tulosten perusteella kannattavaksi rakennuttajalle: keskikokoisen asuinkerrostalon myyntihinnan ja rakennuskustannusten erotus on noin 50 000 euroa suurempi lisärakennusoikeuden kanssa. Lisäarvo on sitä suurempi, mitä arvokkaammalla alueella asunto sijaitsee, koska rakennusoikeuden hinta sekä asunnon myyntihinta ovat suurempia. Lisäarvon myöntämistä rakennuttajille voidaan perustella sillä, että lisätuotto kattaa uusien teknologioiden ja toimintatapojen käyttöönotosta koituvia riskejä. Toisaalta tonttien arvo todennäköisesti nousisi niillä alueilla, joilla lisärakennusoikeuden kaavapoikkeama olisi mahdollinen ja lisäarvo pienenesi tämän myötä.

Lisärakennusoikeuden myöntäminen saattaa lisätä entisestään arvokkaille alueille rakentamista ja näiden arvonnousua, ja toisaalta se ei kannusta rakentamaan vähemmän arvokkaille alueille erittäin vähähiilisiä rakennuksia. Lisärakennusoikeuden myönteisenä puolelta olisi kaupunkirakenteen tiivistymiseen kannustaminen. Lisärakennusoikeuden lisäkritereinä voisi olla myös esimerkiksi se, että asuntojen koko ja parkkipaikkojen määrä ei saa sen myötä kasvaa. Näin lisärakennusoikeus kannustaisi vähähiiliseen asumistapaan. Lisärakennusoikeutta ei kannattaisi myöntää kuin rajatun ajanjakson ajan, jolloin se saisi toivotavasti aikaan uusia vähähiilisen rakentamisen tapoja rakennuttajille ja lisäksi mahdollisesti tiiviimmän kaupunkirakenteen hyväksyttävyyttä kunnissa. Näin ollen tulevaisuudessa

uudet kerrostalot voitaisiin lähtökohtaisesti rakentaa erittäin vähähiiliseksi ja kaupunkirakenne kaavoittaa tiiviiksi ilman ohjauskeinoja. Lisärakennusoikeus tulisi siis nähdä kokeilu-toimintana tulevaisuuden kaupunkirakentamisesta.

Kuten Häkkinen ja Vares (2018) toteavat, tilanteessa jossa lisärakentamisen myöntämisen kriteereitä ei saavuteta rakennusvaiheessa, tulisi ottaa käyttöön sanktio rakennuttajalle. Sanktion tulee olla suurempi kuin lisärakennusoikeuden rakennuttajalle tuoma lisäarvo, mutta ei kuitenkaan kohtuuton, jotta rakentajat uskaltavat lähteä toteuttamaan erittäin vähähiilisiä hankkeita.

Lisärakennusoikeuden käyttöönoton laajuus riippuisi siitä kuinka monet kunnat ottaisivat käyttöön tämän politiikkakeinon. Valtio ei voi velvoittaa kuntia tähän (Häkkinen & Vares 2018). Samoin saavutetut päästövähennykset riippuvat täysin siitä, mikä on kuntien ha-lukkuus toimeenpanna lisärakennusoikeuden myöntämisen ja miten tämä käytännössä toteutetaan. Asemakaavapoikkeuksista tehtävät valitukset voivat olennaisesti kasvattaa eri osapuolten hallinnollista taakkaa.

Taulukko 11. Laskelma lisärakennusoikeuden vaikutuksista esimerkikikerrostalon tapauksessa.

	Perustilanne	Lisärakennusoikeus
Rakentamiskustannus [€/m ²]	3 000	3 250
Rakennuksen koko [m ²]	2 600	3 120
Myyntihinta [€]	4 000	4 100
Rakennusoikeuden hinta [€/m ²]	700	583
Rakennusoikeuden hinta [1 000 000€]	1,82	1,82
Kustannukset [€/m ²]	3 700	3 833
Kustannukset [1 000 000 €]	9,6	11,9
Myyntihinta [1 000 000 €]	10,4	12,8
Erotus [1 000 000 €]	0,78	0,83
50 vuoden suunniteltu käyttöikä		
Elinkaarinen hiilijalanjälki [kgCO ₂ e/m ²]	879	491
Elinkaarinen päästövähennys [kgCO ₂ e/m ²]	-	389
Rakennuksen elinkaarinen hiilijalanjälki [tCO ₂ e]	2 286	1 531
100 vuoden suunniteltu käyttöikä		
Elinkaarinen hiilijalanjälki [kgCO ₂ e/m ²]	962	568
Elinkaarinen päästövähennys [kgCO ₂ e/m ²]	-	394
Rakennuksen elinkaarinen hiilijalanjälki [tCO ₂ e]	2 502	1 772

5 Asuinkerrostalojen vähähiilisten korjausten avustukset

TALO-hankkeen työpajassa todettiin, että olemassa olevien rakennusten energiatehokkuuden parantamisessa on suuri ja paljolti vielä hyödyntämätön potentiaali rakennuskannan päästöjen vähentämiseen, ja samaa päästövähennyspotentiaalia korostaa myös tutkimuskirjallisuus. Olemassa olevien rakennusten laajamittaiset ja perusteelliset energiaremontit eivät ole ainoastaan toivottavia, vaan EU:n ilmastotavoitteiden sekä Pariisin ilmastopöytäkirjan tavoitteiden saavuttamiseksi jopa välttämättömiä (esim. Hirvonen ym. 2018; Rose ym. 2019).

TALO- hankkeen yhteydessä on haastavaa arvioida korjausrakentamiseen kohdistuvaa taloudellista ohjausta samalla logiikalla kuin uudisrakentamisen tapauksessa, eli tarkastelemalla oletettua (laskennallista) määräystason hiilijalanjälkiraja-arvoa ja mahdollisia kiristyksiä siihen. Korjausrakentamisen osalta edes alustava hiilijalanjäljen määräystason arviointi on paljon vaativampaa, sillä korjauskohteiden joukko on laaja ja heterogeeninen. Hiilijalanjäljen raja-arvoa ei toistaiseksi myöskään olla asettamassa laajamittaisille korjauksille, vaikka ympäristöministeriön menetelmäluonnos nämä sisältääkin. Onnistuneen peruskorjauksen seurauksena tapahtuva ostoenergiankulutuksen pieneneminen vaikuttaa todennäköisesti kaikkein eniten peruskorjatun rakennuksen elinkaariin päästöihin, joten myös laadukkaan peruskorjauksen kriteereitä on luontevaa hakea nimenomaan energiankulutuksen pienenemisen kautta. Peruskorjaukseen tarvittavien rakennusmateriaalien vähähiilisyys voidaan ottaa mukaan tuen kriteereihin esimerkiksi asettamalla vähähiilisyyden kriteerejä tärkeimpien rakennusmateriaaliryhmien kautta. Näin kohdistetaan toimia niihin kohtiin, joissa vaikuttavuus on ilmeisin. Lisäksi tulee varmistaa, etteivät peruskorjausten hiilijalanjälkikriteerit estä tai hidasta tarvittaviin peruskorjaushankkeisiin ryhtymistä.

Asuinkerrostalojen vähähiilisillä energiakorjauksilla tarkoitetaan tässä selvityksessä peruskorjauksia, joissa rakennuksen laskennallinen ostoenergian kulutus ja energiankulutuksen päästöt vähenevät merkittävästi ja joissa myös rakennusmateriaalien sekä työmaatoimintojen vähäpäästöisyydelle voidaan asettaa määrällisiä tai laadullisia kriteerejä. Mikäli kerrostalossa on joka tapauksessa käynnistymässä mittava peruskorjaus linjasaneerauksen

tai julkisivuremontin tähden, energiatehokkuuden parannukset on luontevaa toteuttaa peruskorjauksen yhteydessä. Toisaalta energiaremontteja voidaan tehdä myös normaalin korjauszyklin ulkopuolella: etenkin päälämmitysjärjestelmän vaihdolla ja tähän yhdistettyillä energiatehokkuuden parannustoimilla voidaan saavuttaa niin merkittäviä energiansäästöjä, että energiakorjaus on taloudellisesti kannattava itsenäisesti toteutettuna.

Asuinkerrostalojen vähähiilisten korjausten avustukselle asetetaan määrällinen energiankulutuksen päästövähennystavoite. Lisäksi vähähiilisten korjauksille voidaan asettaa laadullisia kriteerejä. TALO-työpajan ja kansainvälisten esimerkkien pohjalta laadullisia kriteerejä vähähiilisen korjauksen tueksi voisivat olla esimerkiksi:

- rakennusmateriaaleja koskevia kriteerejä, esimerkiksi uusiomateriaalien hyödyntäminen tai hiilijalanjälkirajoituksia
- uusiutuvan energian hyödyntäminen
- kysyntäjouaston mahdollistaminen
- sähköautojen latausmahdollisuus
- laadukas rakentaminen ja terveelliset sisäolosuhteet.

Rakennusmateriaalien ja työn arvonlisäverokanta on 24 prosenttia ja taloyhtiöiden remontteihin ei myönnetä esimerkiksi kotitalousvähennyksiä. Mikäli vähähiilisten korjausten edistäminen lisää korjausrakentamisen kokonaismäärää, se lisää myös valtion verotuloja. Viron korjausrakentamissuunnitelmaan liittyvistä investointisummista 32–33 prosentin osuuden on arvioitu palaavan julkiselle taloudelle suoraan verotuloina, ja välillisten vaikutusten kautta valtio voi hyötyä enemmänkin (esim. asuntojen arvon nousu, kansanterveydelliset vaikutukset parantuneista sisäolosuhteista) (Pikas ym. 2015). Vähähiilisten korjausten avustus on myös yhdistettävissä ESCO-rahoitukseen, jolloin rakennusten omistajat eivät tarvitse omaa alkupääomaa investointiin.

Hirvonen ym. (2018) tutkimuksessa mallinnettuja energiakorjausvaihtoehtoja ja niiden kustannuksia (katso tarkemmin luvusta 3) voidaan käyttää pohjana taloudellisen ohjauksen kustannusarviolle. Tarkastellaan aluksi, minkälaisia vaikutuksia olisi 1 M€ investoinnilla (ei siis tuella, vaan kokonaisinvestoinnilla) kussakin korjausvaihtoehdossa. Käytetään Hirvonen ym. (2018) aineistoa ja tarkastellaan erikseen tapauksia ennen vuotta 1975 rakennettuja asuinkerrostaloita ja 1976–2002 rakennettuja asuinkerrostaloita. Ennen vuotta 1979 rakennettujen asuinkerrostalojen keskikoko on n. 1714 m² ja vuosina 1979–1999 rakennettujen asuinkerrostalojen keskikoko on n. 1341 m² (Rakennus- ja huoneistorekisteri 2018). Käytetään näitä laskennallisia keskikokoina ennen vuotta 1975 rakennetuille kerrostaloille (1714 m²) ja vuosien 1976–2002 kerrostaloille (1341 m²). Otetaan absoluuttinen päästövähennys (kg CO₂ / m² a) lähteestä Hirvonen ym. (2018) ja laajennetaan luvussa 3 esitetyt taulukoita 1 ja 2 tässä esitettyjen oletusten nojalla, jolloin saadaan taulukot 12 ja 13.

Sekä ennen vuotta 1975 että 1976–2002 rakennettujen kerrostalojen tapauksessa yhden miljoonan euron investoinnilla eniten absoluuttisia päästösäästöjä toisivat energiaremontit, joissa lämmitysjärjestelmä vaihdetaan maalämpöön ja suoritetaan investointikustannuksiltaan halvin toimenpiteiden yhdistelmä (tämä vaihtoehto korostettu taustavärillä). Tällä päästäisiin rakennuskohtaisesti 72 prosentin päästövähennykseen. Kalliimmilla maalämpöremonteilla voitaisiin saavuttaa rakennuskohtaisesti jopa 86 prosentin päästövähennys, mutta halvempi remontti toisi samalla investointisummalla suurimman kokonaispäästövähennyksen. Tämä on punnitsemisen arvoinen näkökohta etenkin siinä tapauksessa, että 72 prosentin vähennys käytön aikaisista päästöistä katsotaan myös rakennuskohtaisesti riittävän kunnianhimoiseksi tavoitetasoksi.

Taulukko 12. Ennen vuotta 1975 rakennetut kerrostalot: 1 M€ investoinnilla saavutettu päästövähennys ja remontoitavien rakennusten määrä eri vaihtoehtoilta (Hirvonen ym. 2018 datan pohjalta).

Ennen vuotta 1975 rakennetut kerrostalot	Investointikustannus [€/m²]	Päästövähennys [%]	Päästövähennys [kgCO ₂ /m² a]	1 M€ investointi vähentää päästöjä [tnCO ₂ /a]	Kohteita remontoitaa 1 M€ investoinnilla [kpl]
Kohde pysyy kaukolämmössä:					
Kallein ratkaisu a	498	72	24,9	50,0	1,2
Keskihintainen ratkaisu b	339	54	18,4	54,3	1,7
Kustannusneutraali ratkaisu c	156	28	9,7	62,2	3,7
Halvin ratkaisu d	122	17	5,8	47,5	4,8
Kohde vaihtaa maalämpöön, lisälämmityksenä sähkölämmitys:					
Kallein ratkaisu a	545	86	29,5	54,1	1,1
Keskihintainen ratkaisu b	443	84	28,9	65,2	1,3
Kustannusneutraali ratkaisu c	296	80	27,4	92,6	2,0
Halvin ratkaisu d	155	72	24,8	160,0	3,8
Kohde asentaa PILPin, lisälämmityksenä kaukolämpö:					
Kallein ratkaisu a	399	75	25,6	64,2	1,5
Keskihintainen ratkaisu b	338	73	25,1	74,3	1,7
Kustannusneutraali ratkaisu c	265	68	23,5	88,7	2,2
Halvin ratkaisu d	143	49	16,8	117,5	4,1

Taulukko 13. 1976–2002 rakennetut kerrostalot: 1 M€ investoinnilla saavutettu päästövähennys ja ja remontoitavien rakennusten määrä eri vaihtoehdoille (Hirvonen ym. 2018 datan pohjalta).

Vuosina 1976–2002 rakennetut kerrostalot	Investointi-kustannus [€/m²]	Päästö-vähennys [%]	Päästö-vähennys [kgCO ₂ /m² a]	1 M€ investointi vähentää päästöjä [tnCO ₂ /a]	Kohteita remontoidaan 1 M€ investoinnilla [kpl]
Kohde pysyy kaukolämmössä:					
Kallein ratkaisu a	450	79	20,0	44,4	1,7
Keskihintainen ratkaisu b	298	71	18,1	60,7	2,5
Kustannusneutraali ratkaisu c	97	36	9,2	94,8	7,7
Halvin ratkaisu d	72	24	6,0	83,3	10,4
Kohde vaihtaa maalämpöön, lisälämmityksenä sähkölämmitys:					
Kallein ratkaisu a	476	86	21,8	45,8	1,6
Keskihintainen ratkaisu b	331	84	21,4	64,7	2,3
Kustannusneutraali ratkaisu c	235	82	20,7	88,1	3,2
Halvin ratkaisu d	101	72	18,2	180,2	7,4
Kohde asentaa PILPin, lisälämmityksenä kaukolämpö:					
Kallein ratkaisu a	465	71	18,1	38,9	1,6
Keskihintainen ratkaisu b	357	64	16,3	45,7	2,1
Kustannusneutraali ratkaisu c	133	59	15	112,8	5,6
Halvin ratkaisu d	103	53	13,4	130,1	7,2

Toiseksi eniten absoluuttisia päästövähennyksiä toisi vaihtoehto, jossa korjattava rakennus säilyisi kaukolämpöverkossa, mutta siihen asennettaisiin poistoilmalämpöpumppu. Ennen vuotta 1975 rakennettujen kerrostalojen tapauksessa tämä toisi 49 prosentin pienennyksen käytön aikaisissa päästöissä, ja vuosina 1976–2002 rakennettujen talojen tapauksessa päästövähennys olisi 53 prosenttia. Tätä vaihtoehtoa mallinnettaessa on tosin oletettu, että kaukolämpö voi säilyä poistoilmalämpöpumpun tukilämmitysmuotona ”kustannustehokkaalla tavalla”. Poistoilmalämpöpumpun asentaminen kaukolämmityksen rinnalle aiheuttaa kuitenkin kaukolämpöyhtiöille kustannuspaineita (esim. Rämä ym. 2015), mikä voi näkyä kaukolämmön hinnoittelussa siten, että PILP-asennuksen kannattavuus taloyhtiölle heikkenee.

Mahdolliset lämmitysratkaisut täytyy tietysti korjaushankkeissa arvioida rakennuskohtaisesti, ja varteenotettavia vaihtoehtoja kaukolämmölle on muitakin kuin tutkimuksessa Hirvonen ym. (2018) käsitellyt. Mikäli korjattavassa rakennuksessa ei ole mahdollista hyödyntää maalämpöä, myös ilma-vesilämpöpumppu voi olla kustannus- ja energiatehokas ratkaisu (Niemi et al. 2017a, 2017b). Aurinkolämpö voi olla korjaustoimien yhdistelmissä mukana vaihtelevina osuuksina, kuten se Hirvonen ym. (2018) mallintamissa ratkaisujen yhdistelmissä onkin. Ylipäänsä tässä esitellyt korjausvaihtoehdot ovat yhdistelmä erilaisista rakenteellisista ratkaisuista ja energiaratkaisuista: käytettävissä olevien toimien paletti on

jo nykyään niin suuri ja mahdolliset yhdistelmät niin lukuisia, että optimointia tarvitaan löytämään parhaiten yhteen toimivat ja yhdessä eniten päästö- ja kustannussäästöjä tuovat vaikutukset. Niinpä esimerkiksi itse tuotettu aurinkosähkö saattaa kannattaa parhaiten, mikäli se voidaan yhdistää lämpöpumppuun tai aurinkolämpö voi olla kannattavampaa kaukolämmitykseen kuin lämpöpumppuratkaisuun yhdistettynä. Ja vaikka vaipan eristystason lisääminen ei useissa tutkimuksissa ole osoittautunut olevan kustannustehokkaimpien korjaustoimien joukossa (esim. Niemelä et al. 2017a, 2017b), eristystason parantaminen voi kuitenkin olla suotavaa, mikäli talon julkisivua korjataan joka tapauksessa.

Tämä raportti tarkastelee pääasiassa taloudellisia ohjauskeinoja, joten tässä ei voida tarkastella kaikkia mahdollisia korjaustoimien yhdistelmiä. Eräs olennainen johtopäätös taulukoista 12 ja 13 on kuitenkin se, että kaukolämmityksen jättäminen päälämmitysjärjestelmäksi ainakaan ilman poistoilmalämpöpumpun tukea ei ole kustannustehokas tapa saada aikaan päästövähennyksiä. Myös kaukolämpökerrostaloja ilman PILP:a voidaan energiaremontoida kunnianhimoisesti ja saavuttaa niille rakennuskohtaisesti parhaimmillaan miltei 80 prosentin vähennys käytön aikaisista päästöistä. Kuitenkin samalla rahallisella satsauksella voitaisiin saavuttaa koko rakennuskannassa suuremmat päästövähennykset, mikäli tuetaan kaukolämmön yhdistämistä poistoilmalämpöpumppuun tai päälämmitysjärjestelmän vaihtamista maalämpöön. Ohjauskeinon kriteerit tulee siis muotoilla huolellisesti, jotta tuki kohdistuu kustannustehokkaasti ja tuottaa merkittäviä päästövähennyksiä.

TALO-hankkeessa arvioidaan vähähiilisten korjausten avustus, joka kohdistuu remontoituu pinta-alaan. Laskennassa käytetään kahta tavoite- ja tukitasoa:

Vähintään 50 prosentin päästövähennys käytön aikaisissa energiankulutuksen kasvihuonekaasupäästöissä: 20 €/m² avustus remontoitua pinta-alaa kohden

Vähintään 70 prosentin päästövähennys käytön aikaisissa energiankulutuksen kasvihuonekaasupäästöissä: 30 €/m² avustus remontoitua pinta-alaa kohden.

Käytännössä tuki edistää kustannustehokkaimpia vähähiilisiä remontteja. Näihin lukeutuvat 20 €/m² tukitason tapauksessa kaukolämmön ja poistoilmalämpöpumpun yhdistelmät ja 30 €/m² tukitason tapauksessa maalämpöön perustuvat lämmitysjärjestelmät. Vaikka Hirvonen ym. (2018) tutkimuksessa ei ole mallinnettu ilma-vesilämpöpumppuja, muiden tutkimusten nojalla (esim. Niemelä ym. 2017a, 2017b) voidaan arvioida, että myös ilma-vesilämpöpumppuun vaihtaminen on eräs mahdollinen kustannustehokkaasti päästösäästöjä tuova energiakorjausmenetelmä. Korjauskohteiden erilaisia lämpöpumppuratkaisuja voidaan täydentää muilla uusiutuvan energian muodoilla ja energiatehokkuusratkaisuilla kohteesta riippuen.

Asuinkerrostalojen vähähiilisten korjausten arvioinnin tuloksia on esitetty taulukossa 14. Yhden miljoonan euron tukisummalla saataisiin aikaan 19–37 korjattua kerrostaloa. Yksi asuinkerrostalo saisi tukea 27 000–34 000 euroa pienemmän tukitason mukaan tuettuna ja 40 000–51 000 euroa korkeamman tukitason mukaan tuettuna. Tuen osuus vähähiilisen remontin kustannuksista riippuu remontin kokonaiskustannuksista. Tässä ehdotettu tukimalli on siis rakennettu niin, että on kannattavaa tehdä hanke, joka vähentää paljon päästöjä mahdollisimman alhaisin kustannuksin. Laadullisilla kriteereillä voidaan varmistaa, että hankkeet toteutetaan rakennustavaltaan laadukkaasti.

Valtion tukikustannukset ovat samassa suuruusluokassa päästöoikeuden hinnan kanssa (taulukko 14). Jos oletetaan, että valtio jakaa Antti Rinteen hallitusohjelman mukaisesti kolmen vuoden aikana 75 miljoonaa euroa avustuksia (olettaen lisäksi, että tuki jakautuu kolmelle vuodelle tasaisesti), yhden tukivuoden aikana saadaan aikaan 621–932 remontoitua kerrostaloa ja 15 167–18 750 tCO₂ vuosittaista päästövähennystä. Päästövähennykset jatkuvat remontoitujen kohteen elinkaaren ajan, eli eri tukivuosien päästövähennykset ovat luonteeltaan kumulatiivisia. Mikäli korjauksiin myönnettäisiin avustuksia kolmen vuoden ajan, ohjelmalla saavutettaisiin 45 500–56 250 tCO₂ vuosittainen päästövähennys aina saneerattujen rakennusten elinkaaren loppuun saakka²⁵. Yhden avustusvuoden aikana työllistyisi 400 lisähenkeä. Jaettu avustus palaa julkiselle taloudelle takaisin arvonlisä- ja ansioverotuloina, todennäköisesti noin kaksinkertaisena tukisummaan verrattuna (valittu tukitaso vastaa keskimäärin 16 % korjausrakentamisen investointikustannuksesta ja Vainio (2012) mukaan korjausrakentamisen tulo-, yhteisö- ja välilliset verot ovat n. 32 % investoinnista). Välillinen taloudellinen lisähyöty on remontoitujen asuntojen jälleenmyyntiarvon nousu.

25 Laskelmassa ei otettu huomioon eri energiamuotojen päästökertoimien tulevaisuuden muutoksia.

Taulukko 14. Asuinkerrostalojen vähähiilisten korjausten avustuksen vaikutusarvioinnin tuloksia²⁶.

	Kohteita remontoidaan 1 M€ tukirahalla [kpl]	1 M€ tukirahaa vähentää päästöjä [tCO ₂ /a]	Päästövähennyksen kustannus julkiselle taloudelle jos päästöt vähenevät 25 vuoden ajan [€/tCO ₂]	Päästövähennyksen kustannus julkiselle taloudelle jos päästöt vähenevät 50 vuoden ajan [€/tCO ₂]
Ennen vuotta 1975 rakennetut asuinkerrostalot:				
30 €/m ² tuki (vähintään 70 prosentin päästövähennys)	19	827–913	44–48	22–24
20 €/m ² tuki (vähintään 50 prosentin päästövähennys)	29	840–1175	34–48	17–24
Vuosina 1976–2002 rakennetut asuinkerrostalot:				
30 €/m ² tuki (vähintään 70 prosentin päästövähennys)	25	607–690	58–66	29–33
20 €/m ² tuki (vähintään 50 prosentin päästövähennys)	37	607–750	53–60	27–30

26 Hirvonen ym. (2018) elinkaarin kustannuslaskelma on tehty 25 vuoden ajalle ja se sisältää järjestelmän korjaukset ja osien uusimiset tältä ajalta, mutta peruskorjatun rakennuksen elinkaaren voidaan arvioida olevan pidempi kuin 25 vuotta. Tässä on arvioitu päästövähennysten toteutumista sekä 25 että 50 vuoden ajalta sillä oletuksella, että vuotuinen päästösäästö toteutuu tulevaisuudessa samansuuruisena. Päästövähennysten kustannuksissa ei ole otettu huomioon lämmitysjärjestelmän tai muiden järjestelmien ylläpitoa tai osien uusimista 25 vuoden jälkeen, mikä tuo epätarkkuutta laskelmaan.

6 Yhteenveto ja suositukset

6.1 Tulosten yhteenveto

TALO-hankkeessa arvioitiin neljän taloudellisen ohjauskeinon vaikutuksia vähähiilisen rakentamisen edistämisessä. Näistä kolme kohdistuisi uudisrakentamiseen ja yksi korjausrakentamiseen. Rakennustyypeistä tässä selvityksessä arvioidut taloudelliset ohjauskeinot kohdistuisivat asuinkerrostaloihin. Asuinkerrostalojen vähähiilisyyden edistäminen on tärkeää, koska noin puolet suomalaisista asuu kerrostaloissa ja niissä on rakennuskannan suurin potentiaali päästövähennyksiin. Toisaalta uudet pientalot rakennetaan jo nyt pääosin vähähiiliseksi, ainakin suhteessa päärakennusmateriaaliin ja lämmitysjärjestelmään. Pientalojen vähähiilisyyttä voidaan edistää esimerkiksi kiristämällä niitä koskevia energia- ja tehokkuusvaatimuksia tai kannustamalla tiiviimpään asumiseen pientaloissa. Toisaalta nykyisen rakennuskannan pientaloissa on vielä öljylämmitys käytössä jopa 160 000–200 000 rakennuksessa. Öljylämmityksestä luopuminen rajattiin kuitenkin tämän selvityksen ulkopuolelle, koska sitä selvitetään muissa hankkeissa. On kuitenkin ilmeistä, että öljykattiloiden vaihtaminen vähäpäästöisempään lämmitysjärjestelmään edistäisi pientalojen vähähiilisyyttä.

Uudisrakentamisen arvioidut ohjauskeinot ovat: (1) valtion avustus, (2) kiinteistöverosta vapauttaminen, ja (3) lisärakennusoikeuden myöntäminen. Kaikki uudisrakentamisen keinot on arvioitu asuinkerrostaloille ja tuen saamisen kriteerinä on erittäin vähähiilinen rakentaminen (määritelmästä katso luku 4.1). Määritelmän mukaisia asuinkerrostaloja ei rakenneta vielä, joten tuki edistäisi kokeilutoimintaa sekä uusia toimintatapoja ja teknologioita. Korjausrakentamisen arvioitu ohjauskeino oli avustus asuinkerrostalojen vähähiilisiin korjauksiin. Avustuksen kriteerinä olisi energiankulutuksen päästöjen voimakas lasku (vähintään -50 % tai -70 %).

Tämän selvityksen tulosten perusteella kiinteistöverosta vapauttaminen viideksi vuodeksi ei ole riittävä kannuste rakentaa erittäin vähähiilisiä asuinkerrostaloja. Lisärakennusoikeuden myöntäminen puolestaan on tulosten mukaan riittävä kannuste rakentajalle. Koska lisärakennusoikeuden myöntämisestä ei koidu valtiolle tai kunnille suoria kustannuksia ja sen käyttöönoton laajamittaisuus perustuu kuntien halukkuuteen toimeenpanna ohjauskeino, sille ei ole voitu laskea vertailukelpoisia vaikutuksia.

Selvityksen tulosten perusteella valtion tuki erittäin vähähiiliselle uudisrakentamiselle ja asuinkerrosten vähähiilisten korjausten avustukset saivat aikaan vähähiilisiä asuinkerrostaloja ja korjausrakentamisessa kohtuuhintaisia päästövähennyksiä (taulukko 15). Näiden ohjauskeinojen kustannustason vertailu ei ole suoraviivaista, sillä uudisrakentamisen kohteet olisivat pilottikohteita, kun taas korjausrakentaminen olisi ohjelmallista, jopa teollisen tason korjaamista lähinnä nykyisin käytössä olevia toimintatapoja ja teknologioita hyödyntäen. Lisäksi uudet asuinkerrostalot ovat kooltaan vanhoja asuinkerrostaloja suurempia, joten kohteiden määrää ei voida suoraan verrata.

Erityisesti käytettävissä olevaan kustannusaineistoon ja siten arvioinnin tulosten laskentaan liittyy paljon epävarmuuksia, joten arvioinnin tuloksiin ei tule suhtautua absoluuttisina arvoina. Tulokset kertovat lähinnä politiikkakeinojen vaikutusten mittaluokasta.

Taulukko 15. Arvioinnin tulosten yhteenveto.

	Asuinkerrostaloja rakennetaan tai remontoidaan 1 M€ tukirahalla [kpl]	Päästövähennyksen kustannus julkiselle taloudelle [€/tCO ₂]	Muita mahdollisia positiivisia vaikutuksia	Muita mahdollisia negatiivisia vaikutuksia
Valtion tuki erittäin vähähiiliselle uudisrakentamiselle	3	330–370	Innovaatiovaikutukset, vientivaikutukset, rakennussektorin uudet toimintatavat, rakennusten arvon nousu, hallinnollisesti melko yksinkertainen.	Pitkittynyt ja rajallinen tuki saattaa hidastaa investointeja vähähiilisiin uudisrakennuksiin.
Kiinteistöverosta vapauttaminen 5 vuodeksi erittäin vähähiiliselle uudisrakentamiselle	0	-	Tuella ei ole arvion mukaan vaikuttavuutta asuinkerrostaloille 5 vuoden määräajalla, toimistorakennuksille mahdollisesti houkuttelevampi.	Kiinteistöverosta vapauttaminen vaatisi kiinteistöverotuksen uudistuksen.
Lisärakennusoikeuden myöntäminen erittäin vähähiiliselle uudisrakentamiselle	Vaikeaa arvioida ennalta, sillä riippuisi kuntien halukkuudesta ottaa ohjauskeino käyttöön.	0	Innovaatiovaikutukset, vientivaikutukset, rakennussektorin uudet toimintatavat, rakennusten arvon nousu.	Tuettujen arvokkaiden asuinkerrostalojen rakentaminen keskittyisi todennäköisesti kunnissa ja jo valmiiksi arvokkaille alueille. Markkinat saattavat syödä lisärakennusoikeiden hyödyn rakennuttajalta.
Asuinkerrostalojen vähähiilisten korjausten avustukset	19–37	17–66	Työllisyysvaikutukset, rakennusten arvon nousu, tuen palautuminen verotuloina julkiselle taloudelle, teollisen mittakaavan energiakorjausten alkusysäys.	Liian lyhytaikainen ja suurimittainen avustusohjelma saattaa aiheuttaa markkinoille liian suuren kysyntäpiikin ja työvoiman tarpeen liian nopean kasvun.

6.2 Tutkimusryhmän suosituksia

TALO-hankkeen tutkimusryhmä suosittelee arvioituista ohjauskeinoista **valtion tukea erittäin vähähiiliselle asuinkerrostalojen uudisrakentamiselle** ja tätä täydentävänä uudisrakentamisen keinona **lisärakennusoikeuden myöntämistä** rakennettaville tonteille tehtäville **erittäin vähähiilisille asuinkerrostaloille** niissä kunnissa, jotka ovat kiinnostuneita toimeenpanemaan kyseisen ohjauskeinoon. Näiden ohjauskeinojen tarkoituksena on kokeilla uusia toimintatapoja ja teknologioita sekä valmistautua raja-arvo-ohjauksen tulevaan kiristämiseen. Koska kyseessä on kokeilutoiminnan tukeminen, tulee tukiohjelman olla kestoaltaan muutamia vuosia. Vaihtoehtoisesti tukiohjelma tulee rakentaa niin, että sen myöntämisperustetta kiristetään parin vuoden jälkeen, jotta sen kokeiluperustaisuus ei heikkene. Kokeiluvaiheen jälkeen tukirahasta voidaan myös tehdä kilpailullista esimerkiksi huutokauppanemettelyllä, jolloin päättäjät saavat arvokasta tietoa erittäin vähähiilisen rakentamisen kustannuksista.

Lisäksi tutkimusryhmä suosittelee **avustuksia asuinkerrostalojen vähähiilisille korjauksille**. Ne ovat arvioidemme mukaan kustannustehokkaita, tuovat laajamittaisia ja pitkäkestoisia päästövähennyksiä, ja parantavat nykyisen rakennuskannan tilaa. Energiakorjausten avustukset on mainittu pääministeri Rinteen hallitusohjelmassa, jossa niille on varattu 75 miljoonan euron budjetti vuosille 2020–2022. Koska kyseessä on teollisen mittakaavan korjausohjelma ja merkittävä muutos rakentamisen nykytilaan, tutkimusryhmä suosittelee varatun budjetin jakamista useammalle vuodelle. Lisäksi ainakin ensimmäisenä tukivuotena jaettavan budjetin tulisi olla tulevia vuosia pienempi. Näin markkinoille ei aiheuteta liian suurta muutosta yhden vuoden aikana ja esimerkiksi rakennusalan työllisyyden on helpompi mukautua uuteen tilanteeseen.

Tutkimusryhmä suosittelee kaikkien toimeenpantavien ohjauskeinojen myöntämisen **kriteerien pitämistä vähähiilisuuden suhteen erittäin tiukkoina**, kunnianhimoisuudeltaan vähintään tämän selvityksen arviointilaskelmissa esitetyllä tasolla. Näin varmistetaan myös tulevaisuuden kannalta riittävät päästövähennykset. Tämä edistäisi osaltaan pääministeri Rinteen hallituksen ohjelman tavoitetta hiilineutraalista Suomesta vuonna 2035. **Ohjauskeinoille kannattaa asettaa myös laadullisia kriteerejä** esimerkiksi sähköautojen lataukseen, kysyntäjoustoon, uusiutuvan energian hyödyntämiseen ja rakentamisen laatuun liittyen.

TALO-hankkeen tutkimusryhmä suosittelee, että **kaikkiin toimeenpantaviin ohjauskeinoihin liitetään sanktio, jolleivät tuen kriteerit täyty rakennuskohteessa**. Sanktion tulee olla riittävä, jotta se kannustaa saavuttamaan kriteerien mukaisen tason. Toisaalta sanktio ei saa olla liian suuri eikä liian kankea tai automaattisesti lankeava, jotta rakennuttajat uskaltavat lähteä toteuttamaan vähähiilisiä rakennushankkeita. Sanktioihin voidaan liittää myös parannustoimenpiteitä ja portaittaisia sanktiomalleja. Sanktio voidaan sitoa

joko laskennalliseen energiankulutukseen (E-luvun laskentaan) tai toteutuneeseen energiankulutukseen, jolloin energiankulutuksen suoritustasoa tulee seurata.

Vaikka tämän työn tehtävänä ei olekaan ollut arvioida suunnitteilla olevaa raja-arvo-ohjausta, on ilmeistä että sen toteuttaminen käytännössä tulee muodostamaan varsin mittavan tiedontuotantovelvoitteen suurelle joukolle rakennusalan toimijoita. Jotta raja-arvo-ohjauksella luotavaa sääntelytaakkaa (Kauppila ym. 2019) ei edelleen merkittävästi kasvatettaisi muilla, esimerkiksi tässä raportissa arvioitavilla keinoilla, tulisi ohjauskeinojen ja niiden muodostaman ohjauskeinoyhdistelmän aiheuttamaan **sääntelytaakkaan kiinnittää erityistä huomiota**. Koska merkittävin osa rakennuksen hiilijalanjäljestä on seurausta päälämmitysmuodosta, energiatehokkuudesta sekä päärakennusmateriaalin valinnasta, olisi yksinkertaisinta kohdentaa ohjaus näihin.

Ohjauksella ei tulisi luoda kokonaisuuksia, joissa jotakin olemassa olevaa ja toimivaksi havaittua instrumenttia monimutkaistetaan huomattavasti muotoilemalla sen määräytymisperusteita. Tällöin on vaarana, että luodaan saavutettaviin vaikutuksiin nähden ylikattavaa sääntelyä ja tiedontuotantovelvoitteita ilman mahdollisuutta valvoa tietojen oikeellisuutta ja/tai samalla luotavaa viranomaisia ja hallintotuomioistuimia kuormittavaa järjestelmää. Tämän ja sen selvän vaikuttavuushaasteen takia tutkimusryhmä ei suosittele kiinteistöverosta vapauttamista ohjauskeinoksi.

Vähähiilisen rakentamisen merkittävä edistäminen vaatii uusia, vaikuttavia ohjauskeinoja, ja tässä raportissa on päädytty useisiin mahdollisuuksiin. Tärkeitä ehtoja ohjauksen onnistumiselle ovat: i) ohjauskeinojen huolellinen suunnittelu ja toteuttaminen, ii) ohjauskeinojen yhteisvaikutusten huomiointi niin että ohjauskeinopaketin toimet tukevat toisiaan, ja iii) toteutuksen ja vaikuttavuuden seuranta ja arviointi. Vähähiiliseen rakentamiseen kannustavan ohjausjärjestelmän kehittäminen vaatii seurannan ja arvioinnin ohella tuekseen myös eri osapuolten yhteistyötä ja uutta tutkimusta. Jatkossa olisi selvitettävä ainakin seuraavia seikkoja:

- Erittäin vähähiilisten uusien kerrostalojen sekä vanhojen kerrostalojen energiakorjausten laadullisia kriteerejä tulisi pohtia yhdessä eri alojen asiantuntijoiden kesken (kytkökset energijärjestelmään, liikennejärjestelmään, laadukkaat sisäolosuhteet, rakennusfysikaalisesti toimivat ratkaisut jne.).
- Asuinkerrostalojen energiakorjauksille tulisi laatia erilaisia malliratkaisuja vapaasti saataville.
- Taloudellisten ohjauskeinojen ulottamista uusiin toimistorakennuksiin olisi selvitettävä yhteistyössä alan toimijoiden kanssa. Tätä raporttia varten ei ole ollut käytettävissä riittävästi relevantteja ja luotettavia kustannustietoja. Kiinteistöverosta vapautus 5–10 vuoden ajaksi voisi kannustimena riittää houkuttelemaan

toimistorakennusten rakennuttajia, mikäli tämä ei verotusteknisesti aiheuttaisi liian suuria ongelmia.

- Tapoja kannustaa öljykattiloista luopumiseen pientaloissa tulisi selvittää ja kar- toittaa tapojen yhteiskunnallisia vaikutuksia eri alueilla.
- Voisiko pientalojen kannustaminen nykyistä suurempaan vähähiilisyyteen tapah- tua suoraviivaisemmin kuin hiilijalanjäljen raja-arvon asettamisen kautta? Mah- dollisia keinoja voisivat olla esimerkiksi pientaloja koskevien energiatehokkuus- vaatimusten tiukentaminen tai kannustaminen tilankäytön tehokkuuteen siten, että asumisen päästöt asukasta kohden pienenisivät.

Vaikka TALO-hankkeen tehtävänä ei ollut kehittää tai testata itse hiilijalanjälkilaskentame- netelmää, hankkeen aikana esille nousi myös **kriittisiä huomioita käytettyyn laskenta- menetelmään liittyen**. Rakennusten tavoitekäyttöään sisällyttäminen hiilijalanjälkilasken- taan vaikeutti taloudellisten lisäkannustimien vaikuttavuuden arviointia. Tutkimusryhmän havaintojen mukaan **tavoitekäyttöille laskennassa annettu painoarvo uhkaa myös heikentää varsinaisen raja-arvo-ohjauksen toimivuutta**, mikäli tavoitekäyttöikä sisälly- tetään lopulliseen hiilijalanjäljen laskentamenetelmään samoin kuin nykyisessä menetel- mäluonnoksessa.

Tavoitekäyttöillä on nykyisellä laskentatavalla erittäin voimakas vaikutus rakennuksen hii- lijalanjälkeen. Vaikka käyttöään pidennys kasvattaa jonkin verran sekä rakennuksen aikaisia päästöjä että käytönaikaisten päästöjen kokonaiskertymää, tästä huolimatta tavoitekäyt- töään kasvattaminen 50 vuodesta 100 vuoteen miltei puolittaa hiilijalanjäljen. Tämä aiheut- taa sen, että 50 vuoden tarkasteluajalle soveltuvat raja-arvot, jotka saisivat aikaan muutok- sia rakentamisen tavassa, menettävät ohjaavuutensa täysin 100 vuoden tarkasteluajalla. Tavoitekäyttöään vaikutusta on vaikeaa arvioida muille tavoitekäyttöille kuin 50 ja 100 vuodelle, sillä juurikaan muita tavoitekäyttöikiä ei ole nykyisellään käytössä. Myös vaiku- tukset materiaalikulutukseen, päästöihin ja kustannuksiin ovat kokonaisuudessaan han- kalasti arvioitavissa. Kaiken lisäksi rakennusvalvonnalla on vain rajalliset mahdollisuudet valvoa tai verifioida, kuinka tietty tavoitekäyttöikä on ohjannut rakennuksen suunnittelua, rakennusmateriaalien valintoja tai rakentamisen prosesseja.

Tavoitekäyttöään sisällyttäminen hiilijalanjälkilaskentaan on ongelmallista myös päästö- vähennysten kiireellisyys näkökulmasta. Nykymuodossaan hiilijalanjälkilaskentamene- telmä ei sisällä minkäänlaista diskonttausta tai painottamista, eli se arvottaa kaukanakin tulevaisuudessa tapahtuvat – eli suuria epävarmuuksia sisältävät – päästövähennykset yhtä arvokkaiksi kuin elinkaaren alkuvaiheessa tapahtuvat. **Tutkimusryhmä suosittelee- kin, että käyttöään sisällyttämistä hiilijalanjälkilaskentaan arvioidaan tarkasti ja vä- hintäänkin kehitetään nykyisestä.**

7 Kirjallisuus

- Ahola, R. & Liljeström, K. (2018). "Rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen pienentäminen kustannustehokkaasti vuokratilohteissa." ARA:n raportteja 08/2018. Saatavilla: https://www.ara-hankepankki.fi/project/get_file/483/dcd1cc0c7822c637/download
- Azari, R. & Abbasabadi, N. (2018). "Embodied energy of buildings: A review of data, methods, challenges, and research trends." *Energy and Buildings* 168: 225-235.
- Bionova Oy (2017). "Tiekartta rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljen huomioimiseksi rakentamisen ohjauksessa." 29.6.2017. Saatavilla: <https://www.ym.fi/download/noname/%7B4B-3172BC-4F20-43AB-AA62-A09DA890AE6D%7D/129197>
- FutureBuilt (2019). "FutureBuilt 10 years. Annual report." Oslo. Saatavilla: <https://www.futurebuilt.no/content/download/14888/98933>
- La Greca, P. & Margani, G. (2018). "Seismic and Energy Renovation Measures for Sustainable Cities: A Critical Analysis of the Italian Scenario." *Sustainability* 254 (190): 1-19. doi:10.3390/su10010254
- Hirvonen, J., Jokisalo, J., Heljo, J. & Kosonen, R. (2018). "Towards the EU emissions targets of 2050: optimal energy renovation measures of Finnish apartment buildings." *International Journal of Sustainable Energy*: 1-24.
- Huuhka, S. & Lahdensivu, J. (2016). "A statistical and geographical study on demolished buildings." *Building Research and Information* 44(1): 73-96. <https://doi.org/10.1080/09613218.2014.980101>
- Häkkinen, T. & Vares, S. (2018). "Rakennusten khk-päästöjen ohjauksen vaikutusten arviointi." VTT Technology 324. Saatavilla: <https://www.vtt.fi/inf/pdf/technology/2018/T324.pdf>
- Häkkinen, T. (2019). "Tutkimustuloksia vähähiilisestä rakentamisesta." Esitelmä, vähähiilisen rakentamisen vuosiseminaari, Helsinki 20.3.2019. Lisätietoja Tampereen EU-GUGLE -kohteista saatavilla osoitteessa <http://eu-gugle.eu/fi/pilot-cities-4/tampere>.
- Ibn-Mohammed, T., Greenough, R., Taylor, S., Ozawa-Meida, L. & Acquaye, A. (2013). "Operational vs. embodied emissions in buildings—A review of current trends." *Energy and Buildings* 66: 232-245.
- Kangas, H.-L., Lazarevic, D. & Kivimaa, P. (2018). "Technical skills, disinterest and non-functional regulation: Barriers to building energy efficiency in Finland viewed by energy service companies." *Energy Policy* 114: 63-76.
- Kauppara, J., Kautto, P. & Römpötti, E. (2019). "Sääntelytaakka ja ympäristönsuojelu." *Lakimies* 3-4/2019: 264-288.
- Keskisalo, M. (2019). "Elinkaariarvioinnin (LCA) tulokset, Kontionien koulu." Karelia-ammattikorkeakoulu: Kohti vähähiilistä rakentamista -projekti.
- Koezjakov, A., Urge-Vorsatz, D., Crijns-Graus, W. & van den Broek, M. (2018). "The relationship between operational energy demand and embodied energy in Dutch residential buildings." *Energy and Buildings* 165: 233-245.
- Koreneff, G., Grandell, L., Lehtilä, A., Koljonen, T. & Nylund, N.-O. (2014). "Energiatohokkuuden kehittymisen Suomessa: Arviot menneisyydestä ja tulevaisuudesta." VTT Technology 180.
- Kurnitski, J. (2017). "Estonian energy policy and EPBD: Deep integrated renovation with KredExrenovation grant programme." Esitelmä, Rakennusten energiaseminaari 4.10.2017. Saatavilla: https://www.finvac.org/files/finvac.kotisivukone.com/tiedostot/RES17_3_Kurnitski_Jarek.pdf
- Moschetti, R., Brattebø, H. & Sparrevik, M. (2019). "Exploring the pathway from zero-energy to zero-emission building solutions: A case study of a Norwegian office building." *Energy and Buildings* 188-189: 84-97.

- Niemelä, T., Kosonen, R. & Jokisalo, J. (2017a). "Cost-effectiveness of energy performance renovation measures in Finnish brick apartment buildings." *Energy and Buildings* 137: 60-75.
- Niemelä, T., Kosonen, R. & Jokisalo, J. (2017b). "Energy performance and environmental impact analysis of cost-optimal renovation solutions of large panel apartment buildings in Finland." *Sustainable Cities and Society* 32: 9-30.
- Nykänen, E., Häkkinen, T., Kiviniemi, M., Lahdenperä, P., Pulakka, S., Ruuska, A., Saari, M., Vares, S., Cronhjort, Y., Heikkinen, P., Tulamo, T. & Tidwell, P. (2017). "Puurakentaminen Euroopassa (LeanWOOD)." VTT Technology 297. Saatavilla: <https://cris.vtt.fi/en/publications/building-with-timber-in-europe-leanwood>
- Pikas, E., Kurnitski, J., Liias, R. & Thalfeldt, M. (2015). "Quantification of economic benefits of renovation of apartment buildings as a basis for cost optimal 2030 energy efficiency strategies." *Energy and Buildings* 86: 151-160.
- Rakennustarkastusyhdistys RTY ry (2017). "Viranomaisnäkökulma rakennuksen elinkaaren hiilijalanjälkiohjaukseen." 29.6.2017. Saatavilla: <https://www.ym.fi/download/noname/%7B0AF5142F-F2BD-4DD3-81CD-D341B31741A1%7D/129192>
- Rakennus- ja huoneistorekisteri (2018): Poiminta Rakennus- ja huoneistorekisterin tietokannasta päivitettyä vuonna 2018, eli kuvaten rakennuskannan tilaa vuonna 2017 (poiminta suoritettu 13.2.2019).
- RAKLI (2014). "Kiinteistön omistamisen verotus. Raportti." Toim. Kaleva, H., Niemi, J. & Törnroos, J. KTI Kiinteistötieto Oy. Saatavilla: <https://kti.fi/wp-content/uploads/Kiinteistön-omistamisen-verotus.pdf>
- RAKLI (2018). "Kiinteistön omistamisen verotus." Diaesitys elokuu 2018.
- Rose, J., Thomsen, K., Mørck, O., Sanchez Mayoral Gutierrez, M. & Jensen, S. (2019). "Refurbishing blocks of flats to very low or nearly zero energy level—technical and financial results plus co-benefits." *Energy and Buildings* 184: 1-7.
- Ruuska, A., Häkkinen, T., Vares, S., Korhonen, M.-R. & Myllymaa, T. (2013). "Rakennusmateriaalien ympäristövaikutukset: Selvitys rakennusmateriaalien vaikutuksesta rakentamisen kasvihuonekaasupäästöihin, tiivistelmäraportti." Ympäristöministeriön raportteja 8.
- Rämä, M., Niemi, R. & Similä, L. (2015). "Poistoilmalämpöpumput kaukolämpöjärjestelmässä." VTT Asiakasraportti VTT-CR-00564-15. Espoo 8.9.2015. Saatavilla: <http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2015/VTT-CR-00564-15.pdf>
- Sandanayake, M., Lokuge, W., Zhang, G., Setunge, S. & Thushar, Q. (2018). "Greenhouse gas emissions during timber and concrete building construction —A scenario based comparative case study." *Sustainable Cities and Society* 38: 91-97.
- Shazmin, S.A.A., Sipan, I. & Sapri, M. (2016). "Property tax assessment incentives for green building: A review". *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 60: 536-548
- Tilastokeskus (2019). Tilastokeskuksen PxWeb-tietokannat: asunnot ja asuinolot. Saatavilla: http://px-net2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__asu__asas/?tablelist=true
- Työ- ja elinkeinoministeriö (2016). Opas de minimis -tuista: EU:n valtiontukisäännöt. TEM oppaat ja muut julkaisut 21/2016. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-177-7>
- Vainio, T. (2012). "Rakentamisen yhteiskunnalliset vaikutukset." VTT-CR-05932-12. Saatavilla: <http://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/suhdanteet-ja-tilastot/rakentamisen-yhteiskunnalliset-vaikutukset-2012.pdf>
- Vares, S., Häkkinen, T. & Vainio, T. (2017). "Rakentamisen hiilivarasto." VTT Asiakasraportti VTT-CR-04958-17. 25.9.2017. Saatavilla: <https://cris.vtt.fi/en/publications/rakentamisen-hiilivarasto>
- Ympäristöministeriö (2009). "Rakennusten kiinteistöveron porrastaminen energiatehokkuuden ja lämmitystavan perusteella. Loppuraportti." Ympäristöministeriön raportteja 22 / 2009. Helsinki. Saatavilla: <http://hdl.handle.net/10138/41435>
- Ympäristöministeriö (2014). "Remonttiryhmä: Toimiva korjauskulttuuri lähiöihin". Tiedote 18.3.2014. Saatavilla: [https://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Remonttiryhma_Toimiva_korjauskulttuuri_I\(28664\)](https://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Remonttiryhma_Toimiva_korjauskulttuuri_I(28664))
- Ympäristöministeriö (2018a). "Rakennusten hiilijalanjäljen arviointimenetelmä. Luonnos lausuntokierrosta varten 16.11.2018." Ympäristöministeriö, Helsinki.
- Ympäristöministeriö (2018b). "Taustamuistio rakennusten elinkaariarvioinnin menetelmäohjeeseen. Luonnos lausuntokierrosta varten 16.11.2018." Ympäristöministeriö, Helsinki.
- Ympäristöministeriö (2019). "Rakennuksen vähähiilisyys arviointimenetelmä." Ympäristöministeriön julkaisuja 22/2019. Ympäristöministeriö, Helsinki.

Liite 1 International Review: Economic policy instruments addressing embodied carbon in building construction

Economic policy instruments for low embodied carbon buildings

Building energy use is a significant challenge for climate change mitigation. In the European Union, buildings account for approximately 40% of total energy consumption and 36% of greenhouse gas (GHG) emissions (European Commission, 2018). Reducing GHG emissions has historically been pursued through mechanisms used to increase the energy efficiency of buildings during their use phase (Ibn-Mohammed ym., 2013). However, there is a growing amount of literature that highlights the embodied carbon of buildings as a significant source of GHG emissions when considering the entire building life cycle (see, Cabeza ym., 2013; Ibn-Mohammed ym., 2013). Embodied carbon is the total emission of GHGs that result from the production (raw material extraction, manufacture, transport, construction), use (maintenance and renovation), and end-of-life (deconstruction, transportation, reuse, recycling, energy recovery, landfill) of a building. Indeed, Monahan and Powell (2011, p. 187) suggest that a “focus on energy efficiency and clean energy, to the exclusion of embodied carbon, may be missing an important point in terms of global carbon emissions.”

Recently there have been several reviews of embodied carbon policies and regulatory systems (Bionova Ltd/One Click LCA, 2018; Zizzo ym., 2017). The review conducted by Bionova Ltd/One Click LCA (2018) documents, globally, 156 systems of which 105 directly address embodied carbon. The development and implementation these systems has primarily been undertaken in Europe. Approximately 70% of these systems were voluntary certification schemes, the remainder being specific regulations, standards and guidelines. In terms of incentives for engaging actors, the majority of systems had no incentive mechanism (47%). Systems with incentive mechanisms included those with: rating points (e.g. LEED v4, BREEAM) (35%), mandatory systems (11%), linked to funding criteria (2.5%), density bonuses (additional construction rights) (2%) and performance cash payments (2%).

The focus of this review is economic policy instruments (EPIs) for low embodied carbon buildings. In the context of this review, EPIs are broadly be categorised as taxes, tariffs, subsidies, tradable emission permits, interest rate reductions or other environmentally motivated economic instruments that are used to influence the behaviour of producers and consumers. EPIs function as catalysts for change and motivate actors to actively monitor and plan their behaviour in an efficient way (Lindén ym., 2006).

EPIs have been one commonly applied mechanism employed to improve the energy efficiency of buildings during their use phase. There is a significant amount of literature on EPIs that seek to improve energy efficiency; with many typologies, classifications and examples of EPIs. For instance, the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) and International Energy Agency (IEA) identify fiscal instruments (tax relief, taxes and changes), financial measures (loans and grants), trading schemes (emissions trading schemes and white certificates) and direct investment (public procurement, public investment in R&D and investment in public infrastructure) used to improve the energy efficiency of buildings (Hilke and Lisa, 2012). With respect to EPIs for low carbon buildings, van der Heijden (2017; 2016) has identified different forms of financing whereby the potential future financial gains of low-carbon buildings—e.g., reduced operation costs—can improve owners ability to pay back loans that do not fit current business models; for instance, environmental upgrade financing, energy efficiency mortgages and revolving loan funds.

However, the literature on EPIs for mitigating the embodied carbon of buildings is scarce, due to the limited number of EPIs that address the embodied carbon of construction. The aim of this review is to identify and outline EPIs that specifically target the reduction of embodied carbon in buildings. A review was conducted of the academic and grey literature specifically documenting the development and application of EPIs for low embodied carbon buildings.

There is very little grey and academic literature that moves beyond rating schemes and investigates incentivising actions to reduce the embodied carbon of buildings. Furthermore, literature on EPIs that specifically address low embodied carbon buildings is almost non-existent. In practice, the number of embodied carbon systems (such as those identified in Bionova Ltd/One Click LCA, 2018) tied to EPIs are extremely rare. Table 1 provides the main features of the EPIs identified. The countries that have linked low embodied carbon systems to EPIs are those that have a strong history of developing life cycle assessment (LCA) methods, standards and databases for buildings. Policies with direct financial value linked to the carbon reduction are rare; only found in Sweden and the Neatherlands in the domain of public infrastructure producement (Bionova Ltd/One Click LCA, 2018). Cash bonuses for social housing programmes (in Italy and Austria) were not directly linked to embodied carbon but overall environmental performance.

Country specific economic policy instruments for low embodied carbon buildings

Country	EPI	Description	Notes
Austria	Subsidies	<ul style="list-style-type: none"> – In six of Austria's nine states, housing subsidies and funds are tied to a the governmental building rating system (Klimaaktiv) that applies the Ökoindex 3 methodology for determining the building material environmental impact assessment (material assessment is a mandatory part of the certification). – Obtaining a certain level of certification allows buildings to be eligible for certain environment-related subsidies. The subsidies are defined and managed at the level of the individual states and vary considerably; states include, Kärnten, Niederösterreich, Salzburg, Steiermark, Tirol and Vorarlberg. 	<ul style="list-style-type: none"> – Ökoindex 3 (Ökologischer Kennwert der thermischen Gebäudehülle) is the closest to what constitutes a national methodology for calculating life cycle carbon emissions. The methodology is based on LCA and buildings are given an A to E rating based on weighted GWP, primary energy depletion and acidification.
France	Subsidies	<ul style="list-style-type: none"> – France launched a voluntary pilot programme (€ 3 million), <i>Energie Positive Carbone Negative (E+C-)</i> in 2016, and is currently included in the draft energy and environmental regulation for 2020. The systems established two baseline levels of performance: Entry Level (Carbone 1: ranging from 700-1050 kg CO_{2e}/m²) and Good Performance (Carbone 2: ranging from 650-750 kg CO_{2e}/m²). – Incentives for builders and developers to take part in the pilot included: (i) an award of the national building label "Energie Carbone" (E+C-), indicating high performance; and (ii) selected projects are awarded financial assistance for studies and building works or between €875 and €5650 depending upon the type of building and level of performance achieve. Financial assistance is provided by Caisse des Dépôts (Investment arm of the French State). – In the first call for projects in 2017: 136 applications were received representing 4,800 dwellings (well beyond the 2,600 dwellings targeted) and 114 collective and individual projects representing more than 3,550 housing units were selected. – New buildings can apply for additional rights (Bonus de constructibilité) to construct at densities 15% above zoning limits if they meet energy and life-cycle carbon (including embodied) performance targets. Cities are responsible for making the density bonus decision independently. 	<ul style="list-style-type: none"> – The methodology for calculating embodied carbon is provided by the French Ministry of Ecology, Energy, Sustainable Development and Spatial Planning (which was developed with industry consultation). – Software tools that include the methodology are approved by the government – Results are submitted to and verified by a third-party.

References

- Bionova Ltd/One Click LCA, 2018. The Embodied Carbon Review - Embodied Carbon Reduction In 100+ Regulations & Rating Systems Globally 73.
- Cabeza, L.F., Barreneche, C., Miró, L., Morera, J.M., Bartolí, E., Inés Fernández, A., 2013. Low carbon and low embodied energy materials in buildings: A review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 23, 536–542. doi:10.1016/j.rser.2013.03.017
- European Commission, 2018. Buildings [WWW Document]. URL <http://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/buildings> (accessed 8.15.16).
- Hilke, A., Lisa, R., 2012. Mobilising investment in energy efficiency. Int. Energy Agency.
- Ibn-Mohammed, T., Greenough, R., Taylor, S., Ozawa-Meida, L., Acquaye, A., 2013. Operational vs. embodied emissions in buildings - A review of current trends. *Energy Build.* 66, 232–245. doi:10.1016/j.enbuild.2013.07.026
- Lindén, A.L., Carlsson-Kanyama, A., Eriksson, B., 2006. Efficient and inefficient aspects of residential energy behaviour: What are the policy instruments for change? *Energy Policy* 34, 1918–1927. doi:10.1016/j.enpol.2005.01.015
- Monahan, J., Powell, J.C., 2011. An embodied carbon and energy analysis of modern methods of construction in housing: A case study using a lifecycle assessment framework. *Energy Build.* 43, 179–188. doi:10.1016/j.enbuild.2010.09.005
- van der Heijden, J., 2017. Eco-financing for low-carbon buildings and cities: Value and limits. *Urban Stud.* 54, 2894–2909. doi:10.1177/0042098016655056
- Van der Heijden, J., 2016. The new governance for low-carbon buildings: mapping, exploring, interrogating. *Build. Res. Inf.* 44, 575–584. doi:10.1080/09613218.2016.1159394
- Zizzo, R., Kyriazis, J., Goodland, H., 2017. Embodied Carbon of Buildings and Infrastructure - International Policy Review.

Liite 2 TALO-hankkeen työpajan ennakkomateriaali

Kangas Hanna-Liisa, Sankelo Paula, Kautto Petrus ja Nissinen Ari

Suomen ympäristökeskus

5.4.2019

Tässä taustamuistiossa esitellään viisi vähähiilisen rakentamisen ohjauskeinokokonaisuutta, joita työstetään TALO-hankkeen työpajassa. Ohjauskeinoja käsitellään tässä esimerkkien kautta, jotka voivat tuoda ideoita työpajan osallistujille. Osasta ohjauskeinoja on enemmän esimerkkejä kuin toisista, koska niitä on otettu laajemmin käyttöön. Ohjauskeinot voivat tukea toisiaan ja olla ohjauskeinoyhdistelmiä, mutta ne on jaoteltu viiteen teemaan hahmottamisen helpottamiseksi:

1. Vähähiilisen rakentamisen rahoitus- ja lainamallit
2. Vähähiilisen korjausrakentamisen tukeminen
3. Rakennusmateriaalien ilmastovaikutusten ohjaaminen
4. Rakennusoikeuden lisääminen
5. Maksut ja verot

1. Vähähiilisen rakentamisen rahoitus- ja lainamallit

Pähkinänkuoressa: *Rahoitus- ja/tai lainoitusmalleja vähähiiliseen rakentamiseen, joko julkista rahoitusta tai julkisen ja yksityisen rahoituksen yhdistelmämalleja*

Ulkomainen referenssi: Skotlannin koroton laina

Skotlannissa on käytössä kotitalouksien omistamille kiinteistöille suunnattu rahoitusinstrumentti (HES) energiatehokkuuden parantamiseen tai uusiutuvan energian investointeihin. Kyseessä on julkisen tahon myöntämä koroton laina. Remontti tulee toteuttaa ulkopuolisten ammattilaisten toimesta. Lainaa voidaan käyttää myös energiatehokkuuden parantamiseen epäsuorasti liittyviin parannuksiin, jos samalla parannetaan energiatehokkuutta.

Ulkomainen referenssi: Skotlannin laina vähävaraisille ja eläkeläisille

Skotlannissa on käytössä julkinen rahoitusmalli omakotiasujille (HEEPS) kattiloiden vaihtamiseen, energiatehokkuuden parantamiseen ja uusiutuvan energian investointeihin vähävaraisille ja eläkeläisille (enintään £40 000). Lainan myöntää valtio, takuuna toimii asunto ja laina maksetaan takaisin joko asuntoa myydessä tai viimeisen lainanottajan kuollessa.

Kotimainen lähtökohta: Asunto-osakeyhtiön perusparannuslainojen valtiontakausta (ARA)

ARA myöntää asunto-osakeyhtiötalojen perusparantamislainana valtiontakausta (voi olla enintään 70 % kustannuksista). Kustannuksiin voidaan hyväksyä talotekniset ja talon ylläpidon kannalta keskeiset korjaustoimenpiteet, kuten putkisto- ja sähköjärjestelmäremontit.

Kotimainen esimerkki: Vihreä kuntarahoitus

Kuntarahoitus myöntää vihreitä lainoja ja leasingiä kunnille, kuntayhtymille, kuntien omistamille yhtiöille ja yleishyödyllisen asuntotuotannon toimijoille. Kuntarahoituksella on joukkovelkakirjojen ohjelma.

Kotimainen esimerkki: Vihreät joukkovelkakirjat

Esimerkiksi Yliopistokiinteistöt on laskenut liikkeelle vihreän bondin rahoittaakseen omistamiensa rakennusten energiatehokkuuden parannuksia.

Pohdittavaa: Mikä on julkisen toimijan rooli rahoitusmallissa? Mikä olisi sopiva taho tähän? Voidaanko ARA:n valtiontakauksiin liittää vähähiilinen korjausrakentaminen? Kuinka vähähiilisyyttä voidaan mitata korjausrakentamisen hankkeissa? Mikä on rahoitusmallien rooli uudisrakentamisessa?

2. Vähähiilisen korjausrakentamisen tukeminen

Pähkinänkuoressa: *Ohjauskeino, joka tukisi vähähiilistä ja energiatehokasta korjausrakentamista. Ohjaus voitaisiin kohdistaa rakennusmateriaalien käyttöön ja/tai energiatehokkuuteen.*

Ulkomainen referenssi: Viron energia-avustukset taloyhtiöiden energiakorjauksiin

Virossa valtio on myöntänyt rahallisia avustuksia yksityisomisteisten kerrostaloyhtiöiden energiaremontteihin. Avustuksen määrä on riippunut energiansäästön suuruudesta: ohjelman 1. kaudella (2010–2014) avustusta on voinut saada 15%, 25% tai 35% remontin kokonaiskustannuksesta, 2. kaudella (2015–2020) 15%, 25% tai 35%. Pääosa hakemuksista on kohdistunut suurimpaan avustukseen. Kriteerit avustuksen saamiseen on määritelty asiantuntijoiden toimesta tiukoiksi ja sallittuja ratkaisuja on tarkennettu 2. avustuskaudelle siirryttäessä. Avustusta hakevalla taloyhtiöllä on oltava pitkälle viety suunnitelma energiaremontista sekä lainapäätös pankista. Avustus maksetaan remontin valmistumisvaiheessa ja energiansäästö todennetaan mittauksin vuosi remontin valmistumisen jälkeen. Tutkimuksen mukaan 32% energiaremonttien kokonaiskustannuksista palaa verotuloina julkiselle taloudelle (ALV + työn verotus), ja energiaremontteihin käytettyä 1 M€ kohti syntyi Virossa 18 työpaikkaa vuodessa.

Ulkomainen referenssi: Latvian ESCO-rahoituksen ja tuen yhdistelmä

Latviassa on käytössä melkein Viron malli, mutta siinä yhdistetään ESCO-liiketoimintamalli ja julkinen tuki niin että energiaremonttien kustannuksista 100 % katetaan ulkopuolisella rahoituksella. Rahoituksesta 60 % tulee ESCO-sopimuksen kautta ja maksetaan takaisin säästyneistä energiakustannuksista ja 40 % rahoituksesta tulee julkisena tukena. Hankkeen energiansäästön tulee olla vähintään 50 %.Tukea jaetaan sekä taloyhtiöille että julkisille rakennuksille.

Ulkomainen referenssi: Italian verohelpotukset

Italiassa energiaremontin tai maanjäritykseltä suojaavan remontin tekijä voi saada verohelpotuksia (tuloveroon) 5-10 vuoden ajaksi. Verohelpotusta voi käyttää remonttilainan maksuun. Verohelpotus kohdistuu asuntoa kohden yhdelle omistajalle tai osakkeenomistajalle.

Pohdittavaa: Miten kunnianhimoinen energiakorjausten taso voisi olla? Kuinka vähähiilisyttä voidaan mitata korjausrakentamisen hankkeissa? Mikä taho määrittelee tuen määrälliset ja laadulliset kriteerit? Voidaanko ohjauksella lisätä korjausrakentamista ja vähentää purkavaa uudisrakentamista?

3. Rakennusmateriaalien ilmastovaikutusten ohjaaminen

Pähkinänkuoressa: *Rakennusmateriaalikohtainen vähähiilisyyden ohjaaminen, kuinka edistää vähähiilisimpiä tuotteita tuoteryhmittäin, eli tukea BAT (best available technologies)?*

Ulkomainen referenssi: Itävallan vähähiilisen rakentamisen avustus

Itävallassa Vorarlbergin osavaltiossa voi hakea avustusta, jos uudisrakennus on erityisen energiatehokas ja sen rakennusmateriaalit ovat vähähiilisiä. Tukea saa esimerkiksi puuverhoiluun 20e/m² ja uusiutuvista materiaaleista tehtyihin eristeisiin 30e/m² rakennusneliötä kohden. Itävallassa on käytössä ÖkoIndex-luokat, jotka kuvaavat rakennuksen ympäristövaikutuksia ja joissa otetaan huomioon rakennusmateriaalien ilmastovaikutukset. ÖkoIndex-luokan 3 ylittävät rakennukset voivat saada edellämainittujen tukien ja energiatehokkuustukien lisäksi 150e/m² saakka tukea ilmastoystävällisiin materiaalivalintoihin liittyen. Ilmaston kannalta haitallisia materiaaleja ei saa käyttää tukea saaneissa rakennuksissa. Tukea saa vain 110m² saakka ja tuki on rajattu vain alempiin tuloluokkiin. Tuen lisäksi nämä kriteerit täyttävät uudiskohteet voivat saada kiinteäkorkoista lainaa. Myös muissa Itävallan osavaltioissa (6/9) on käytössä vastaavia järjestelmiä. Tähän mennessä Itävallassa avustusta on saanut yli 500 rakennusta.

Pohdittavaa: Voitaisiinko Suomessa myöntää tukea tai muita kannustimia erityisen vähähiilisten rakennusmateriaalien käyttöön? Mitkä rakennusmateriaalit tulisi ottaa mukaan ohjaukseen (betoni, teräs, puu, tiili, eristysmateriaalit)? Voidaanko rakennusmateriaalien

vähähiilistä ohjausta edistää EU-tasolla (rakennustuoteasetus)? Olisiko Itävallan malli muokattavissa Suomen malliksi?

4. Rakennusoikeuden lisääminen

Pähkinänkuoressa: *Erityisen vähähiiliset rakennukset saavat lisää rakennusoikeutta.*

Ulkomainen referenssi: Ranskan rakennusoikeuden kasvattaminen

Ranskassa on käynnissä kaupunkialueiden pilotti vähähiilisen rakentamisen edistämiseksi, jos rakennus alittaa hiilijalanjälkirajan (raja sekä käytönaikaisille päästöille että rakennusmateriaalien päästöille) sekä ylittää energiatehokkuusrajan (määräysten ylittävä taso: joko erittäin energiatehokas ja merkittävästi uusiutuvaa energiaa hyödyntävä rakennus tai ”oikea” nolla/plus-energiarakennus). Rakennukset saavat 50–70% suunnittelukustannuksista avustuksena ja lisäksi rakennukset voivat hakea rakennusoikeuden kasvattamista rakentaa 15–30% tiheämmin kuin kaava määrää (kunnat tekevät itsenäisesti päätöksen, lähtevätkö tähän mukaan).

Pohdittavaa: Kuinka varmistetaan että rakennusoikeuden kasvattaminen ei johda vain suurempiin asuntoihin? Missä määrin rakennusoikeuden lisääminen on kannustin, minkä kaupunkien alueella tämä voisi Suomessa toimia? Voitaaisiinko vähähiilisiin remontteihin yhdistää lisäkerroksen rakentaminen? Millainen sanktio tarvittaisiin, jotta vähähiilisen rakentamisen suunnitelma varmasti toteutuu rakennusvaiheessa?

5. Maksut ja verot

Pähkinänkuoressa: *Rakennuksen omistamiseen liittyvien maksujen ja/tai verojen sitominen rakennuksen hiilijalanjälkeen. Suunnitelmavaiheen hiilijalanjäljen toteutumisen varmistaminen rakennusvaiheessa.*

Kotimainen lähtökohta: Kiinteistövero, tonttivuokrat ja rakennuslupamaksu

Kiinteistövero ja tonttivuokrat ovat jatkuvia maksuja ja rakennuslupamaksu kertaluontoinen maksu. Näihin voitaisiin ohjata helpotuksia erityisen vähähiilisille rakennuksille todennetun hiilijalanjäljen mukaan (esim. vapaaehtoinen hakea).

Pohdittavaa: Onko kiinteistövero tai rakennuslupamaksu tarpeeksi suuri maksu ohjaamaan vähähiilisyyteen? Asettaako tonttivuokrien alentaminen taloyhtiöitä tai alueita eri-arvoiseen asemaan? Kuinka rakennuksen hiilijalanjälki todennetaan ja kuka todentamisen tekee? Voidaanko todentamiseen kytkeä energiatehokkuuden todentaminen (energiatodistus)? Voidaanko hiilijalanjäljen toteutumiseen kytkeä sanktioita? Jos toteutunut hiilijalanjälki alittaa suunnitelmavaiheen hiilijalanjäljen, voidaanko tätä tukea? Mitä muita rakennuksen omistamiseen liittyviä maksuja voitaisiin sitoa vähähiilisyyteen?

Liite 3 TALO-hankkeessa haastatellut asiantuntijat

TALO-hankkeen kuluessa haastateltiin useita asiantuntijoita liittyen ennen kaikkea puu-rakentamisen ja määräystasoa energiatehokkaamman rakentamisen kustannuksiin sekä rakennusten elinkaarseen kunnossapitoon ja tavoitekäyttöikään. Haastatelluissa on mm. tutkijoiden, rakennusliikkeiden, rakennuttajien, yhdistysten ja viranomaisten edustajia. Pääasiassa haastattelut suoritettiin puhelimitse, mutta joissakin tapauksissa kommentteja pyydettiin sähköpostitse.

Alla on mainittu aakkosjärjestyksessä ne hankkeen aikana haastatellut henkilöt, joilta saatiin lupa nimen julkaisemiseen. Lisäksi hankkeessa kuultiin yhtä haastateltua, jonka nimeä ei mainita listalla. Raportissa esitetyt koosteet haastatteluista sekä viittaukset asiantuntija-arvioihin on esitetty siten, että lausuntoja ei voida yhdistää yksittäisiin haastatteluihin tai yksilöityjen henkilöiden näkemyksiin.

- Airaksela, Mika, toimitusjohtaja, Reponen Oy
- Hienonen, Markku, pääsihteeri, Rakennustarkastusyhdistys RTY ry
- Häkkinen Tarja, johtava erikoistutkija, VTT
- Ijäs, Vesa, rakennuttamispäällikkö, ARA
- Inkilä, Antti, Asuminen Suomi ja CEE -segmentin johtaja, YIT Oyj
- Jokimäki, Veikko, tekninen johtaja, Lakea Oy
- Kokkonen, Satu, toimitusjohtaja, Karjalaisen Kulttuurin Edistämissäätiö KKEs
- Lahdensivu, Jukka, dosentti, Tampereen yliopisto / Ramboll, johtava konsultti, korjausrakentaminen
- Lento, Petri, taloteollisuuden johtaja, Koskisen Oy
- Matveinen, Mikko, projektipäällikkö, Karelia-ammattikorkeakoulu, Joensuu Wood City -hanke
- Nauska Kari, rakennuttajajohtaja, VAV-konserni
- Pihlajaniemi, Janne, arkkitehtuurin professori, Oulun yliopisto
- Punkki, Jouni, betonitekniikan professori (Professor of Practice), Aalto-yliopisto
- Rajala, Janne, kaupungin arkkitehti, Oulun rakennusvalvonta
- Salomaa, Nikolas, toimitusjohtaja, nollaE Oy
- Somersalmi, Mikko, tekninen johtaja, RAKLI ry

Ympäristöministeriön tavoitteena on, että rakennuksen elinkaaren aikaisia kasvihuonekaasupäästöjä ohjataan lainsäädännöllä vuoteen 2025 mennessä. Tässä selvityksessä arvioidaan neljän taloudellisen ohjauskeinon vaikutuksia vähähiilisen rakentamisen edistämisessä. Ohjauskeinoja arvioidaan mahdollisen raja-arvo-ohjauksen rinnalla vähähiilisen uudisrakentamisen edistämisessä ja itsenäisinä keinoina vähähiilisen korjausrakentamisen edistämisessä. Rakennustyypeistä tässä selvityksessä arvioidut taloudelliset ohjauskeinot kohdistuisivat asuinkerrostaloihin.

Uudisrakentamisen arvioidut ohjauskeinot ovat: (1) valtion avustus, (2) kiinteistöverosta vapauttaminen, ja (3) lisärakennusoikeuden myöntäminen. Tuen saamisen kriteerinä on erittäin vähähiilinen rakentaminen. Erittäin vähähiilisen asuinkerrostalon kriteeri määritettiin tässä tarkastelussa elinkaarisen hiilijalanjälkilaskennan perusteella. Korjausrakentamisen arvioitu ohjauskeino on avustus asuinkerrostalojen vähähiilisiin korjauksiin. Avustuksen kriteerinä olisi käytönaikaisen energiankulutuksen päästöjen voimakas lasku.

Selvityksen tulosten perusteella valtion tuki erittäin vähähiiliselle uudisrakentamiselle ja asuinkerrostojen vähähiilisten korjausten avustukset saisivat aikaan vähähiilisiä asuinkerrostaloja ja korjausrakentamisessa kohtuuhintaisia päästövähennyksiä. Sen sijaan kiinteistöverosta vapauttaminen viideksi vuodeksi ei ole riittävä kannuste rakentaa erittäin vähähiilisiä asuinkerrostaloja. Lisärakennusoikeuden myöntäminen puolestaan on tulosten mukaan riittävä kannuste rakentajalle, mutta sen käyttöönoton laajuus perustuisi kuntien halukkuuteen ottaa ohjauskeino käyttöön.

